PREDIKSI TINGGI GELOMBANG DI PELABUHAN KETAPANG MENGGUNAKAN MODEL FUNGSI TRANSFER

SKRIPSI

Disusun Oleh

ZSA ZSA RIZKYANA DEWI

H02217014

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL

SURABAYA

2021

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama	:	ZSA ZSA RIZKYANA DEWI
NIM	:	H02217014
Program Studi	:	Matematika
Angkatan	:	2017

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "PREDIKSI TINGGI GELOMBANG DI PELABUHAN KETAPANG MENGGUNAKAN MODEL FUNGSI TRANSFER". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 18 Juli 2021

Yang menyatakan,

ZSA ZSA RIZKYANA DEWI

NIM. H02217014

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

Nama	:	ZSA ZSA RIZKYANA DEWI
NIM	:	H02217014
Judul Skripsi	:	PREDIKSI TINGGI GELOMBANG DI PELABUHAN KETAPANG MENGGUNAKAN MODEL FUNGSI TRANSFER

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 18 Juli 2021

Pembimbing I	Pembimbing II
Putroue Keumala Intan, M.Si	Dr. Abdullah Hamid, M.pd
NIP. 198805282018012001	NIP. 198508282014031003

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika
UIN Sunan Ampel Surabaya

Aris Fanani, M.Kom
NIP. 198701272014031002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

Nama	:	ZSA ZSA RIZKYANA DEWI
NIM	:	H02217014
Judul Skripsi	:	PREDIKSI TINGGI GELOMBANG DI PELABUHAN KETAPANG MENGGUNAKAN MODEL FUNGSI TRANSFER

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 22 Juli 2021

Mengesahkan,
Tim Penguji

Penguji I	Penguji II
Putroue Keumala Intan, M.Si	Dr. Abdullah Hamid, M.pd
NIP. 198805282018012001	NIP. 198508282014031003
Penguji III	**Penguji IV**
Dr. Moh. Hafiyusholeh, M.Si., M.PMat.	Nurissaidah Ulinnuha, M.Kom
NIP. 198002042014031001	NIP. 199011022014032004

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Hj. Evi Fatmatur Rusyidiyah, M.Ag
NIP. 197312272005012003

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : ZSA ZSA RIZKYANA DEWI
NIM : H02217014
Fakultas/Jurusan : SAINTEK / MATEMATIKA
E-mail address : zsazsarizkyana35@gmail.com .

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
☑ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :
PREDIKSI TINGGI GELOMBANG DI PELABUHAN KETAPANG MENGGUNAKAN MODEL FUNGSI TRANSFER

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 11 Agustus 2021

Penulis

(ZSA ZSA RIZKYANA . D.)

ABSTRAK

PREDIKSI TINGGI GELOMBANG DI PELABUHAN KETAPANG MENGGUNAKAN MODEL FUNGSI TRANSFER

Pelabuhan Ketapang merupakan pelabuhan penyeberangan yang terletak di Banyuwangi, Jawa Timur. Sebagai penghubung antara Pulau Jawa dan Pulau Bali menyebabkan pelabuhan ini padat akan aktivitas penyeberangan. Sebagai sarana angkutan penyeberangan perlu memperhatikan beberapa aspek, salah satunya dalam hal keamanan dan keselamatan. Kasus kecelakaan penyebrangan menjadi perhatian banyak orang. Penyebab utama umumnya akibat gelombang yang tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menduga tinggi gelombang berdasarkan kecepatan angin menggunakan metode Model Fungsi Transfer sebagai metode gabungan antara analisis *time series* dan analisis regresi. Didapatkan nilai MAPE sebesar 22.8% yang artinya model layak digunakan sebagai model peramalan. Hasil peramalan tinggi gelombang menunjukkan bahwa nilai tinggi gelombang dalam kategori rendah, sehingga aman untuk melakukan aktivitas penyebrangan.

Kata kunci: Model Fungsi Transfer, Tinggi Gelombang, Pelabuhan Ketapang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ABSTRACT

PREDIKSI TINGGI GELOMBANG DI PELABUHAN KETAPANG MENGGUNAKAN MODEL FUNGSI TRANSFER

Ketapang Port is a ferry port located in Banyuwangi, East Java. As a liaison between the islands of Java and Bali, this port is crowded with crossing activities. As a means of crossing transportation, it is necessary to pay attention to several aspects, one of which is in terms of security and safety. The case of crossing accidents has attracted the attention of many people. The main cause is generally due to high waves. The purpose of this study is to estimate the wave height based on wind speed using the Transfer Function Model method as a combined method of *time series* analysis and regression analysis. The MAPE value is 22.8%, which means that the model is feasible to be used as a forecasting model. The results of the wave height forecasting show that the wave height value is in the low category, so it is safe to carry out crossing activities.

Keywords: Transfer Function Model, Wave Height, Ketapang Port

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN . . . . . **ii**
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING . . . . . **iii**
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI . . . . . **iv**
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI . . . . . **v**
ABSTRAK . . . . . **vi**
ABSTRACT . . . . . **vii**
DAFTAR ISI . . . . . **viii**
DAFTAR TABEL . . . . . **x**
DAFTAR GAMBAR . . . . . **xi**
I PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang Masalah 1
1.2. Rumusan Masalah 7
1.3. Tujuan Penelitian 7
1.4. Manfaat Penelitian 7
1.5. Batasan Masalah 8
1.6. Sistematika Penulisan 9
II TINJAUAN PUSTAKA **10**
2.1. Angin dan Gelombang 10
2.1.1. Angin 10
2.1.2. Gelombang 12
2.2. Pelabuhan 13
2.3. Analisis *Time Series* 16
2.4. Model *Time Series* ARIMA 19
2.4.1. Identifikasi Model ARIMA 21
2.4.2. Estimasi Parameter ARIMA 22
2.4.3. Uji Signifikan Parameter 23
2.4.4. Diagnostik Model ARIMA 24

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.4.5. Pemilihan Model ARIMA 25
2.5. Model Fungsi Transfer 26
2.5.1. Identifikasi Model Fungsi Transfer 28
2.5.2. Estimasi Model Fungsi Transfer 31
2.5.3. Uji Kesesuaian Model Fungsi Transfer 32
2.6. Penentuan Model Fungsi Transfer 33
2.7. Integrasi Keilmuan 35
III METODE PENELITIAN 42
3.1. Jenis Penelitian 42
3.2. Analisis Data 42
3.3. Langkah-langkah Penelitian 43
IV HASIL DAN PEMBAHASAN 47
4.1. Analisis Deskriptif Kecepatan Angin dan Tinggi Gelombang di Pelabuhan Ketapang Banyuwangi, Jawa Timur 47
4.2. Prediksi Tinggi Gelombang Berdasarkan Kecepatan Angin Menggunakan Model Fungsi Transfer 49
4.2.1. Identifikasi Model Deret *Input* (Kecepatan Angin) dan Deret *Output* (Ketinggian Gelombang) 50
4.2.2. *Prewhitening* Deret *Input* dan Deret *Output* 57
4.2.3. Perhitungan *cross-correlation* dan Penetapan Nilai (b,r,dan s) Model Fungsi Transfer 58
4.2.4. Identifikasi Model Deret *Noise* 59
4.2.5. Pembentukan Model Fungsi Transfer 60
4.3. Hasil Prediksi Tinggi Gelombang Menggunakan Model Fungsi Transfer 63
4.4. Integrasi Keilmuan Pada Sains dan Teknologi dalam Al-Quran dan Hadis 65
V PENUTUP 69
5.1. Kesimpulan 69
5.2. Saran 69
DAFTAR PUSTAKA 71

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR TABEL

2.1 Skala Beaufort 11

2.2 Kategori Gelombang 13

2.3 Intepretasi Nilai MAPE 35

4.1 Hasil Analisis Deskriptif Variabel Kecepatan Angin Perbulan 48

4.2 Hasil Analisis Deskriptif Variabel Tinggi Gelombang Perbulan . . . 49

4.3 Uji Stasioneritas Data Deret *Input* dalam Varian 51

4.4 Hasil Estimasi Parameter dan Pengujian Signifikansi Model 55

4.5 Hasil Uji *Diagnostic Checking* Model 56

4.6 Estimasi dan Uji Signifikansi Model Fungsi Transfer 59

4.7 Hasil Uji *Diagnostic Checking* Model Awal Fungsi Transfer 60

4.8 Estimasi dan Uji Signifikansi Model Fungsi Transfer 61

4.9 Uji *Diagnostic Checking* Model Fungsi Transfer 61

4.10 Prediksi Rata-rata Harian Tinggi Gelombang 63

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR GAMBAR

2.1 Sebaran Penduduk Indonesia Menurut Wilayah Tahun 2020 15
2.2 Konsep Fungsi Transfer 26

3.1 Diagram Alir Prediksi Tinggi Gelombang 44
3.2 Langkah-langkah Model Fungsi Transfer 46

4.1 (a) dan (b) *Plot Time Series* Data 50
4.2 *Plot Box Cox* Kecepatan Angin 51
4.3 (a) sampai (c) Transformasi *Box Cox* Bulan Januari - Maret 2021 . . 52
4.4 *Plot* ACF Kecepatan Angin 53
4.5 *Plot* PACF Kecepatan Angin 54
4.6 Uji Normalitas Residual Kecepatan Angin 57
4.7 *plot cross correlation* deret *input* dan deret *output* 58
4.8 *plot* ACF dan PACF Residual Fungsi Transfer 60
4.9 Uji Normalitas Residual Fungsi Transfer 62

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara maritim yang tujuh puluh lima persen dari Indonesia merupakan wilayah kepulauan dengan beragam sumber daya alam dan kegiatan-kegiatan yang berorientasi di bidang perairan. Indonesia mempunyai 17.504 pulau dengan garis pantai sepanjang 99.093 km, serta luas area perairan mencapai 6.32 juta km^2 (Indrawasih,2018). Ditinjau dari letak geografisnya Indonesia termasuk pada area yang strategis, yaitu berada di antara Benua Asia dan Benua Australia serta di antara Samudera Hindia dan Samudera Pasifik. Letak geografis itulah yang membuat Negara Indonesia memiliki banyak keuntungan, yaitu menjadi kegiatan perekonomian dunia dan persimpangan lalu lintas dunia, khususnya lalu lintas di laut. Letak geografi Negara Kesatuan Republik Indonesia juga mempelihatkan akan kebutuhan sarana perhubungan dan transportasi dalam negeri untuk menyusun perkembangan hubungan masyarakat di berbagai bidang, terutama di bidang perekonomian dan kelautan (Kedutaan Besar RI).

Implementasi dari sebutan Negara Indonesia sebagai negara maritim ialah dengan adanya transportasi laut untuk mempermudah hubungan masyarakat dari pulau ke pulau. Hal ini menjadikan transportasi laut sebagai sarana yang penting dan mendominasi. Dampak positif dengan adanya transportasi laut di Indonesia dapat dirasakan pada daerah-daerah yang memiliki pelabuhan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pelabuhan merupakan area yang dikelilingi oleh daratan dan perairan dengan batas-batas tertentu untuk sarana kegiatan pemerintah dalam bidang ekonomi yang digunakan sebagai tempat sandar, berlabuh, naik turun penumpang dan bongkar muat barang yang dilfasilitasi alat atau bahan keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat berpindahnya baik intra ataupun antar moda transportasi (Pemerintah Indonesia,2001). Hal tersebut diatur dalam Peraturaran Menteri Perhubungan No. 50 Tahun 2015 Pasal 1 Nomor 1 Tentang Penyelenggaraan Pelabuhan Laut. Ditinjau dari segi penyelenggaraannya, pelabuhan dibedakan menjadi 2, yaitu pelabuhan umum, dan pelabuhan khusus. Jika ditinjau dari segi penggunaannya, pelabuhan dibedakan menjadi enam jenis yaitu pelabuhan ikan, pelabuhan minyak, pelabuhan barang, pelabuhan penumpang, dan pelabuhan militer (Kementerian Perhubungan Republik Indonesia,2015).

Pelabuhan umum adalah pelabuhan yang digunakan sebagai tempat pelayanan angkutan laut, angkutan sungai, angkutan danau, dan angkutan penyebrangan serta membongkar dan memuat komoditi sejenis (Pemerintah Indonesia,1992). Pelaubuhan umum dapat juga diartikan sebagai pelabuhan yang dipergunakan untuk kepentingan warga secara umum. Pelabuhan khusus adalah pelabuhan yang dipergunakan untuk kegiatan sektor pertambangan, perindustrian, pertanian, dan sejenisnya dengan pengoprasian dan pembangunan yang dilakukan oleh instansi khusus atau intansi yang bersangkutan untuk bongkar muat barang dan hasil produksinya. Kegiatan itu dilakukan karena tidak bisa ditampung oleh pelabuhan umum (Pemerintah Indonesia,1992). Dalam membangun dan mengembangkan pelabuhan tidak lain dan tidak bukan bertujuan untuk mendorong pertumbuhan atau perkembangan sektor ekonomi pada suatu wilayah atau daerah.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pelabuhan Ketapang merupakan pelabuhan yang dimiliki Indonesia yang bertempat di Banyuwangi sebagai penghubung pulau Jawa dan Bali yang memiliki karakteristiknya masing-masing. Pulau Jawa dengan sebaran penduduk mencapai 56% dan pulau Bali yang unggul dalam bidang pariwisata. Berdasarkan data Badan Pusat Statistika tahun 2019 Pelabuhan Ketapang melayani penumpang datang dan berangkat mencapai 25.000 orang dan kunjungan kapal luar negeri mencapai 139 kali. Jarak tempuh dalam pelabuhan ini sekitar 6.00 Km atau dapat ditempuh dengan waktu 45 sampai 60 menit yang tergolong dalam penyebrangan jarak dekat. Hal tersebut dapat memicu pertumbuhan perekonomian wilayah Banyuwangi. Namun, pada tahun 2008 dan 2014 PT ASDP sempat mengeluarkan kebijakan buka-tutup aktivitas di Pelabuhan Ketapang beberapa waktu karena angin kencang dan tinggi gelombang mencapai 4.5 meter. Kemudian pada tahun 2018 dan 2019 terjadi kecelakaan kapal di Pelabuhan Ketapang karena tinggi gelombang mencapai 4 sampai 6 meter. Dan menurut data BMKG Banyuwangi pada tahun 2019, Pelabuhan Ketapang termasuk perairan yang mendapat peringatan tentang adanya angin kencang dan gelombang laut yang tinggi.

Angin merupakan pergerakan udara dari satu tempat ke tempat lainnya karena tekanan dan suhu udara yang berbeda. Pergerakan angin yang jauh dan bertambah kecepatannya menyebabkan iklim semakin panas. Wilayah Indonesia dipengaruhi oleh angin musim, dimana jika angin yang bertiup mengandung banyak uap air, maka akan terjadi musim penghujan yang biasa terjadi sekitar bulan Oktober sampai pada bulan April. Sebaliknya, jika angin yang bertiup tidak banyak memuat uap air maka terjadi musim kemarau. Secara meteorologis, angin di Indonesia memiliki ketidakterarturan tinggi yang ditandai dengan terjadinya angin (Khrisna,2011).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dalam islam, manusia yang ditunjuk sebagai khalifah di muka bumi memiliki kewajiban untuk selalu berusaha dan berikhtiar. Salah satu hal yang dimaksud dalam kata berusaha dalam hal ini adalah menduga, menerka, dan meramalkan sesuatu yang terjadi di waktu mendatang berdasarkan kejadian di waktu sebelumnya sesuai dengan data yang tertulis. Karena yang maha memberi keselematan dan mengetahui segala sesuatunya adalah Allah SWT, manusia hanya menjalankan kewajibannya (Sais et al.,2011).

Islam juga menganjurkan umatnya untuk selalu menjaga diri dari sesuatu yang bisa membahayakan jiwa manusia. Hal ini terkandung dalam Al-qur'an surah Al-Baqarah ayat 195 yang berbunyi:"Dan belanjakanlah (harta bendamu) di jalan Allah, dan janganlah kamu menjatuhkan dirimu sendiri ke dalam kebinasaan, dan berbuat baiklah, karena sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang berbuat baik." Ini artinya, umat islam tidak diperbolehkan melakukan sesautu yang bisa membahayakan diri sendiri dan senantiasa selalu berdoa kepada Allah SWT. Seperti dalam sabda Nabi Muhammad :

مَن سرَّه أن يستَجيبَ اللهُ له عند الشَّدائدِ والكَربِ فليُكثِر الدُّعاءَ في الرَّخاءِ

"Barangsiapa yang senang jika doanya dijabah oleh Allah dalam keadaan sulit dan susah, maka perbanyaklah doa dikala lapang." (HR. At Tirmidzi 3382).

Terdapat berbagai cara dalam ilmu matematika untuk meramalkan suatu peristiwa, salah satunya dengan menggunakan analisis deret berkala yaitu peramalan berdasarkan data kuantitatif waktu lampau dimana hasil ramalan bergantung pada metode yang digunakakan. Analisis deret berkala dapat digunakan untuk data yang berhubungan dengan waktu (detik, menit, jam, hari,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

minggu, bulan, dan tahun). Selain itu, analisis data berkala dapat digunakan secara *univariate* atau satu variabel, dan juga secara *multivariate* atau banyak variabel.

Model Fungsi Transfer merupakan model *forecasting* kuantitatif yang bisa digunakan untuk meramalkan data *time series* banyak variabel (*multivariate*) dengan menggabungkan beberapa karakteristik analisis regresi berganda dengan karakteristik *time series* ARIMA (*Auto Regressive Integrated Moving Average*). Model ARIMA umumnya dipergunakan untuk peramalan analisis data *time series* tunggal (*univariate*) dengan gabungan beberapa metode yaitu metode penghalusan, metode regresi, dan metode dekomposisi. Fungsi transfer terdiri dari rangkaian masukan, rangkaian keluaran, dan *noise* (gangguan). Menentukan hasil peramalan kedepan secara simultan dapat menggunakan model dari fungsi transfer (Khrisna,2011).

Peramalan tinggi gelombang telah dilakukan oleh Rizka Fauziah pada tahun 2015 dengan judul ”Peramalan Ketinggian Gelombang Berdasarkan Kecepatan Angin dengan Metode Fungsi Transfer dan *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS)” memaparkan hasil dari membandingkan kedua metode tersebut, yaitu pada pukul 23:00 sampai 13:00 Model Fungsi Transfer memiliki nilai MAPE yang lebih kecil dibandingkan dengan metode ANFIS. Anggraini juga melakukan penelitian mengenai tinggi gelombang dengan judul ”Analisis Penentuan Tinggi Gelombang Menggunakan *Wave Watch III* di Wilayah Perairan Pantai Tanjung Asmara, Bangka Barat” mengatakan bahwa tingkat akurasi data menghasilkan nilai RMSE sebesar 0.283 yang berarti memiliki keakurasian yang kecil. Dalam penelitiannya yang berjudul ”Peramalan Tinggi Gelombang Berdasarkan Kecepatan Angin di Perairan Pesisir Semarang Menggunakan Model Fungsi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Transfer" Firda Megawati mendapatkan hasil bahwa tinggi gelombang mengalami kenaikan dan puncak tinggi gelombang terjadi pada hari ketiga dengan 0.9589 meter dan nilai MAPE sebesar 0.187.

Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh I ketut Putra menggunakan model fungsi transfer dalam sebuah jurnalnya yang berjudul Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara yang Berkunjung ke Bali Menggunakan Fungsi Transfer Model menghasilkan MAPE dengan nilai 9.62%. Andria Prima Ditago dalam jurnalnya yang berjudul "Perbandingan Model ARIMAX dan Fungsi Transfer Untuk Peramalan Konsumsi Energi Listrik di Jawa Timur" menghasilkan nilai MAPE yang lebih kecil dibandingkan dengan metode ARIMAX pada kelompok rumah tangga dan public yaitu sebesar 2.20% dan 1.91%. Adi Wijaya juga melakukan penelitian menggunakan metode fungsi transfer dalam jurnalnya yang berjudul "Peramalan Produksi Padi dengan ARIMA, Fungsi Transfer, dan ANFIS" menghasilkan model peramalan terbaik untuk luas panen padi sawah adalah fungsi transfer dengan nilai MAPE sebesar 2.43%. Serta Yulianti Hasanah dalam jurnalnya yang berjudul "Flood Prediction Using Transfer Function Model of Rainfall and Water Discharge Approach in Katulampa Dam" menghasilkan nilai MAPE sebesar 15.23%.

Berdasarkan penjelasan diatas, dapat disimpulkan bahwa model fungsi transfer memiliki nilai akurasi yang sangat baik jika dibandingkan dengan beberapa metode yang digunakan oleh para peneliti sebelumnya. Hal ini dikarenakan fungsi transfer identik dengan korelasi silang antara data masukan dan data keluaran, sehingga menghasilkan model peramalan yang baik. Oleh karena itu, penulis akan melakukan penelitian dengan judul "Prediksi Tinggi Gelombang di Pelabuhan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Ketapang Menggunakan Metode Model Fungsi Transfer". Penelitian ini diharapkan mendapatkan hasil terbaik untuk memprediksi ketinggian gelombang laut berdasarkan kecepatan angin. Dan diharapkan dapat memberikan bantuan dalam pengambilan keputusan untuk mencegah peristiwa buruk akibat kecepatan angin dan tinggi gelombang.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan latar belakang , rumusan masalah yang muncul adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model prediksi tinggi gelombang laut di Pelabuhan Ketapang menggunakan Fungsi Transfer?
2. Bagaimana hasil prediksi tinggi gelombang laut di Pelabuhan Ketapang menggunakan Fungsi Transfer?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang didapat, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan model prediksi tinggi gelombang laut di Pelabuhan Ketapang menggunakan Fungsi Transfer
2. Mendapatkan hasil prediksi tinggi gelombang laut di Pelabuhan Ketapang menggunakan Fungsi Transfer

1.4. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan yang tertulis, diharapkan tulisan ini memiliki manfaat baik secara langsung maupun tidak langsung. Berikut adalah manfaat dari

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

penelitian ini:

1. Manfaat Teoritis

   Secara teoritis, penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi dalam menambah sekaligus mengembangkan pandangan dan pengetahuan tentang metode Model Fungsi Transfer yang dapat digunakan dalam peramalan tinggi gelombang laut di masa mendatang.

2. Manfaat Praktis

   Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat mempermudah beberapa kelompok yang beraktivitas di lingkungan Pelabuhan Ketapang terutama PT.ASDP Banyuwangi agar dapat dijadikan acuan untuk memberi peringatan kepada masyarakat apabila akan terjadi gelombang yang tinggi. Selain itu, dalam penulian penelitian ini dapat memperbanyak koleksi perpustakaan sebagai wadah literasi yang bermanfaat bagi UIN Sunan Ampel Surabaya.

1.5. Batasan Masalah

Berdasarkan poin dari perumusan masalah yang diperoleh, untuk mempermudah pemahaman pada penelitian ini, maka pada penelitian ini penulis memberikan batasan batasan diantaranya :

1. Data yang digunakan merupakan data rata-rata perhari yang diperoleh dari website resmi Badan Meterologi, Klimatologi, dan Geofisika tertanggal 1 Januari 2021-25 Juli 2021

2. Variabel yang digunakan adalah ketinggian gelombang dan kecepatan angin.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3. Hasil dari penelitian ini merupakan informasi mengenai tinggi gelombang laut yang akan datang di Pelabuhan Ketapang

1.6. Sistematika Penulisan

Bab I Pendahuluan, merupakan bab yang berisi paparan latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penyusunan.

Bab II Tinjauan Pustaka, merupakan bab berisi pembahasan tentang beberapa teori yang ada hubungannya tentang penelitian, meliputi kecepatan angin dan tinggi gelombang, Pelabuhan Ketapang, dan Fungsi Transfer Model.

Bab III Metode Penelitian, merupakan bab berisi penjelasan mengenai langkah-langkah dalam penelitian, meliputi jenis pnelitian, objek penelitian, dan pengumpulan data, serta tahap-tahap pengolahan data.

Bab IV Pembahasan, merupakan bab berisi uraian hasil dari model dan peramalan tinggi gelombang menggunaka fungsi transfer model.

Bab V Penutup, merupakan bab berisi kesimpulan yang didapatkan dari penelitian prediksi tinggi gelombang menggunakan fungsi transfer model, dan saran perbaikan untuk membantu penelitian-penelitian selanjutnya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Angin dan Gelombang

2.1.1. Angin

Angin merupakan udara yang bergerak dari satu tempat ke tempat yang lainnya karena suhu dan tekanan udara yang berbeda. Jika suhu udara semakin panas, maka dapat dipastikan wilayah tersebut merupakan wilayah penerima energi panas matahari lebih banyak dan memiliki tekanan udara yang lebih rendah. Hal ini juga terjadi pada iklim, iklim yang panas bertanda bahwa kecepatan angin bergerak semakin jauh dan semakin cepat. Kecepatan angin yang berada di atas permukaan air laut mentransfer energinya yang menyebabkan terbentuknya riak gelombang kecil. Jika intensitas kecepatan angin semakin bertambah, riak yang terjadi akan menjadi besar dan membentuk gelombang (Rizka Fauziah,2015).

Kecepatan angin dinyatakan dengan skala Beaufort, dan skala Metrik untuk keperluan meteorologi yang berupa perhitungan data (Dewi,2010). Dalam kaitannya dengan gelombang, Francis Beaufort (1774-1857) menemukan salah satu sistem untuk mencatat kecepatan angin pada tahun 1806. Sistem ini dinamakan Skala Beaufort yang berisi skala numerik dengan selang antara 0 sampai 12 yang berfungsi untuk menstandarkan dalam mencatat kecepatan angin. Skala 0 menandakan keadaan angin yang tenang dan skala 12 menandakan untuk angin rebut. Skala Beaufort di kelompokkan berdasarkan pengaruhnya terhadap gelombang laut yang ditunjukkan pada tabel 2.1

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 2.1 Skala Beaufort

Skala Beaufort	Kecepatan Angin (km/jam)	Pengaruh Gelombang di Laut
0	≤ 1	Lautnya datar dan terlihat seperti cermin
1	2 - 6	Terlihat riak yang tidak berbusa
2	7 - 12	Membentuk sedikit gelombang
3	13 - 19	Membentuk gelombang yang agak banyak dan terdapat busa dipuncaknya
4	20 - 30	Bentuk gelombang dengan busa lebih banyak dipuncaknya
5	31 - 39	Membentuk gelombang yang berukuran sedang
6	40 - 50	Membentuk gelombang besar dengan busa yang banyak pada puncaknya
7	51 - 62	Laut bergolak
8	63 - 74	Membentuk gelombang yang cukup besar dan lapisan busa terlihat nyata
9	75 - 87	Gelombang tinggi, puncak gelombang mulai pecah dan semburan air mengganggu
10	88 - 101	Gelombang sangat tinggi dengan puncak yang panjang secara menyeluruh laut nampak putih
11	102 - 117	Gelombang lebih tinggi lagi, permukaan laut tertutup penuh dan penglihatan terganggu
12	≥ 118	Udara penuh dengan semburan air dan busa, keseluruhan laut putih karena semburan air

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.1.2. Gelombang

Gelombang merupakan gerak naik dan turun air laut disepanjang permukaan air. Gelombang laut terjadi dengan penyebab bermacam-macam. Berdasarkan faktor penyebabnya, gelombang dibedakan menjadi beberapa jenis, yang pertama gelombang angin merupakan gelombang yang terjadi karena angin bertiup diatas permukaan air. Kedua, gelombang pasang surut adalah gelombang yang terjadi karena gaya tarik benda langit terhadap bumI khususnya gaya tarik matahri dan bulan. Selanjutnya, gelombang tsunami yaitu gelombang yang terjadi akibat letusan gunung berapi, gempa atau pergeseran tanah yang ada didalam laut. dan gelombang kecil. Dan gelombang kecil yang terjadi dikarenakan adanya pergerakan oleh kapal-kapal yang seda ng berlayar. Dari beberapa jenis gelombang yang ada, gelombang yang umum terjadi adalah gelombang kecil dan gelombang angin (Lhokseumawe et al,2010).

Gelombang laut termasuk dalam variabel dependent artinya variabel tersebut dapat dipengaruhi oleh variabel lain. Ombak atau gelombang tercipta karena adanya gaya gravitasi bulan dan berasal dari angin yang bergerak di atas permukaan laut. Semakin angin bertiup kencang maka gelombang yang terbentuk semakin besar. Karena pembentukan gelombang linier dengan faktor yang mempengaruhi. semakin tinggi atau besar faktor pengaruhnya maka gelombang yang dibentuk juga semakin tinggi. Kemudian saat kecepatan dan panjang gelombang meningkat, disaat itu pula terjadi peningkatan waktu pada saat angin sebagai generator gelombang mulai berhembus. Dan panjang gelombang yang ada di lautan lebih panjang dan dapat mencapai ratusan meter akibat *fetch* di lautan lebih besar daripada *fetch* di danau. *Fetch* merupakan jarak keseluruhan daerah

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dimana terbentuknya gelombang yang diakibatkan ketika angin bertiup.

Berdasarkan sifat-sifatnya, menurut Badan Pusat Statistika gelombang laut dikelompokkan menjadi tujuh kategori yang ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kategori Gelombang

Kategori	Tinggi Gelombang
Tenang	0.0 - 0.5 m
Rendah	0.5 - 1.25 m
Sedang	1.25 - 2.5 m
Tinggi	2.5 - 4.0 m
Sangat Tinggi	4.0 - 6.0 m
Ekstrem	6.0 - 9.0 m
Sangat Ekstrem	9.0 - 14.0 m

2.2. Pelabuhan

Pelabuhan merupakan suatu tempat yang dikelilingi oleh daratan dan perairan dengan batas-batas tertentu untuk sarana kegiatan pemerintah dalam bidang ekonomi yang digunakan sebagai tempat sandar, berlabuh, naik turun penumpang dan bongkar muat barang yang dilfasilitasi alat atau bahan keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat berpindahnya baik intra ataupun antar moda transportasi (Pemerintah Indonesia,2001)).

Pelabuhan disebut dengan terminal point untuk kapal dan transportasi laut lainnya, artinya pelabuhan sebagai komponen logistik teknis yang tidak dapat dipisahkan dari penyelenggaraan angkutan laut dalam fungsinya sebagai lingkungan kerja khusus. Dikatakan sebagai terminal maka pelabuhan juga

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

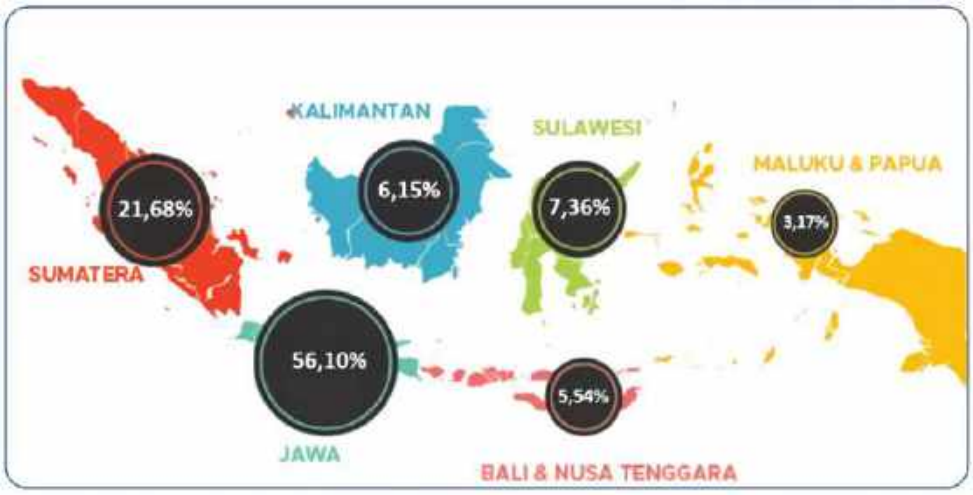
memiliki arti sebagai tempat atau suatu lokasi yang mencakup sarana dan prasarana dari suatu kegiatan. Sarana dan prasarana tersebut memfasilitasi kegiatan di pelabuhan termasuk di sekitar daratan dan perairan yang memungkinkan adanya kapal untuk bersandar, berlabuh, dan bongkar muat barang serta naik turunnya penumpang (Tjeptjep,2004).

Dari beberapa pengertian mengenai pelabuhan, hal itu sesuai dengan peraturan pemerintah mengenai fungsi pelabuhan yaitu sebagai tempat berlabuh kapal, sebagai terminal transfer barang dan penumpang yang pada dasarnya merupakan rangkaian kegiatan perekonomian suatu negara (Pemerintah Indonesia,1994).

Ditinjau dari segi penyelenggaraanya, ada 2 jenis pelabuhan, yaitu pelabuhan umum dan pelabuhan khusus. Pelabuhan umum yang digunakan untuk pelayanan angkutan wilayah perairan dan sebgai tempat untuk bongkar muat komoditi sejenis (Pemerintah Indonesia,1992), Artinya, pelabuhan umum adalah pelabuhan yang ditujukan untuk kepentingan pelayanan warga umum. Penyelenggara pelabuhan umum adalah unit pelaksana teknis atau satuan kerja pelabuhan atau Badan Usaha Pelabuhan. Badan Usaha Pelabuhan merupakan Badan Usaha Milik Negara yang khusus didirikan untuk mengusahakan jasa kepelabuhan di pelabuhan umum (Coelho and Desti,1996). Pelabuhan khusus adalah pelabuhan yang digunakan untuk kegiatan sektor pertambangan, perindustrian, pertanian, dan sejenisnya dengan pengoprasian dan pembangunan yang dilakukan oleh instansi khusus atau intansi yang bersangkutan untuk membongkar dan memuat barang dari hasil produksi. Kegiatan itu dilakukan karena tidak bisa ditampung oleh pelabuhan umum (Pemerintah Indonesia,1992).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pelabuhan Ketapang merupakan salah satu golongan pelabuhan umum sebagai sarana penyebrangan yang terletak di desa Ketapang, Kalipuro, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur. Pelabuhan ini menghubungkan Pulau Jawa dan Bali yang di kelola oleh PT. ASDP Indonesia Ferry yang merupakan penyedia jasa angkutan penyebrangan untuk penumpang, barang, dan kendaraan. Menjadi penghubung antara Pulau Jawa dan Pulau Bali menyebabkan pelabuhan ini padat akan aktivitas penyebrangan misalnya pada tahun 2018 pengguna jasa Pelabuhan Ketapang sebanyak 6.420.884 penumpang dan mengalami kenaikan pada tahun 2019 yaitu mencapai 7.048.791 penumpang. Hal itu terjadi karena kedua pulau tersebut memiliki karakteristiknya masing-masing, yaitu Pulau Jawa dengan sebaran penduduk terbanyak berdasarkan data Badan Pusat Statistik pada Gambar 2.1, dan Pulau Bali yang memiliki keunggulan di bidang pariwisata (Prasetyo, 2013).



Gambar 2.1 Sebaran Penduduk Indonesia Menurut Wilayah Tahun 2020

Sebagai penghubung Pulau Jawa dan Bali, Pelabuhan Ketapang memiliki jarak tempuh kurang lebih 6 kilometer dengan estimasi waktu 45 sampai 60 menit yang tergolong dalam penyeberangan jarak dekat. Meskipun tergolong dalam

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

penyeberangan jarak dekat, PT. ASDP sebagai penyedia jasa tetap memperhatikan segala hal, salah satunya dalam hal keamanan. Karena pada tahun 2008 dan 2014 PT. ASDP melakukan buka-tutup layanan penyebrangan di Pelabuhan Ketapang karena tinggi gelombang mencapai 4.5 meter. Hal tersebut juga terjadi pada tahun 2018 dan 2019 dengan tinggi gelombang mencapai 4 sampai 6 meter.

2.3. Analisis *Time Series*

Analisis *time series* adalah salah satu cara dalam statistik yang diimplementasikan untuk memprediksi struktur probabilitas kejadian yang akan terjadi di waktu mendatang. Sedangkan *time series* sendiri adalah sebuah rangkaian observasi berdasarkan waktu yang berurutan dengan interval waktu konstan (Sediono, 2016). Data observasi yang digunakan dapat dinyatakan sebagai Z_1, Z_2,, Z_n yang didapat berdasarkan waktu tertentu (t) dengan t = 1,2,. . . ,n (Wei,2006).

Menurut Wei (2006) dalam data *time series* untuk model ARIMA harus stationer dalam varian dan rataan (*mean*). Jika data awal belum stasioner dalam varian dapat melakukan transformasi *Box-Cox*.

$$T(Z_t^{\lambda}) = \frac{Z_t^{\lambda} - 1}{\lambda}, dengan \lambda \neq 0 \tag{2.1}$$

Jika λ yang digununakan adalah 0, maka cara mentransformasikan data dapat di formulasikan sebagai berikut :

$$T(Z_t) = ln(Z_t) \tag{2.2}$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Prakteknya, data yang biasa digunakan tidak stasioner dalam varian berarti tidak stasioner dalam rataan *(mean)*, sehingga untuk menjadikan data tersebut menjadi data yang stasioner perlu dilakukan proses transformasi data. setelah data ditransformasi dan *plot* Box-Cox nilai *rounded value* menunjukkan hasil yang lebih atau sama dengan 1, kemudian diperbolehkan untuk melakukan proses *differencing* jika data juga tidak stasioner dalam rataan. Suatu proses (Z_t) yang stasioner memiliki nilai rata-rata konstan $E(Z_t) = \mu$ dan varian konstan $Var(Z_t) = E[(Z_t - \mu)^2] = \sigma^2$. Serta kovarian yang merupakan fungsi dari perbedaan waktu dan dapat dituliskan kovarian antara Z_t dan Z_{t+k} pada persamaan 2.3 :

$$Y_k = cov(Z_t, Z_{t+k}) = E(Z_t - \mu)(Z_{t+k} - \mu) \tag{2.3}$$

untuk korelasi antara Z_t dan Z_{t+k} adalah sebagai berikut:

$$\rho_k = \frac{cov(Z_t, Z_{t+k})}{\sqrt{var(Z_t}\sqrt{var(Z_{t+k})}} \tag{2.4}$$

dimana $Var(X_t) = Var(X_{t+k}) = \gamma_0, \gamma_k$ disebut fungsi autokovarian pada lag-k dan ρ_k adalah fungsi autokorelasi pada *lag-k* (ACF). Terdapat fungsi autokorelasi parsial (PACF) dalam ukuran korelasi yang lain pada analisis *time series*. Autokorelasi parsial Z_t dan $Z(_{t+k})$ adalah sebagai berikut:

$$\rho_j = \phi_{k1}\rho_{j-1} + \phi_{k2}\rho_{j-2} + \cdots + \phi_{kk}\rho_{j-k} \tag{2.5}$$

yang dapat dinyatakan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$\begin{bmatrix} \rho_1 \\ \rho_2 \\ \vdots \\ \rho_j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \cdots & \rho_{k-1} \\ \rho_1 & 1 & \rho_2 & \cdots & \rho_{k-2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \rho_{k-1} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_{k1} \\ \phi_{k2} \\ \vdots \\ \phi_{k3} \end{bmatrix}$$

Dengan menggunakan *Cramer's Rule* penyelesaian untuk $k = 1, 2, \ldots,$ berturut-turut didapatkan:

$$\phi_{11}, untuk\ k = 1$$

$$\phi_{22} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 \\ \rho_1 & \rho_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 \end{vmatrix}} = \frac{\rho_2 - \rho_1^2}{1 - \rho_1^2}, \text{ untuk } k = 2$$

sehingga:

$$\phi_{kk} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \cdots & \rho_{k-2} & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_{k-3} & \rho_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \rho_{k-3} & \cdots & \rho_1 & \rho_k \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \cdots & \rho_{k-2} & \rho_{k-1} \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_{k-3} & \rho_{k-2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \rho_{k-3} & \cdots & \rho_1 & 1 \end{vmatrix}}$$

Secara matematis dapat diformulasikan dalam bentuk formulasi Durbin sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$\phi_{kk} = \frac{\rho_k - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1}, j\rho_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1}, j\rho_{k-j}} \tag{2.6}$$

Sedangkan jika data stasioner dalam varian, tetapi dalam rataan belum stasioner maka dapat diatasi dengan konsep *differencing* menggunakan Uji *Dickey Fuller*. Ide dasar konsep *differencing* ini dengan mengurangkan antara observasi Z_t dengan observasi sebelumnya Z_{t-1} yang biasanya dilakukan sampai pada orde 2. Secara matematis dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$W_t = B^d Z_t = Z_{t-d} \tag{2.7}$$

dimana *B* adalah operator *backshift* yang memiliki pengaruh untuk menggeser data satu waktu ke belakang.

2.4. Model *Time Series* ARIMA

Model ARIMA adalah model yang dapat dipergunakan dalam kepentingan *forecasting*. Data yang dapat digunakan untuk model ini dibedakan menjadi dua jenis yaitu data musiman dan non musiman. Untuk data non musiman *(p,d,q)* menggunakan model *Auto Regressive* (AR) dengan notasi "*p*" dan *Moving Average* (MA) dengan notasi "*q*" serta *differencing* orde *d*. Sedangkan untuk data musiman $(P,D,Q)^s$ dengan *s* adalah periode musiman. Berikut adalah beberapa kelompok model *time series* (Wei,2006).

1. Model *Auto Regressive* (AR (*p*))

   Model Umum :

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \cdots + \phi_1 Z_{t-p} + a_t \tag{2.8}$$

   Keterangan:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ϕ_p = parameter *autoregressive*

Z_t = pengamatan pada saat t

a_t = kesalahan saat t

Z_{t-p} = pengamatan sebelum t terjadi

Jika pada model 2.8 menerapkan operator *backshift* B maka model dapat diuraikan dan ditulis dalam bentuk:

$$a_t = Z_t - \phi_1 Z_{t-1} + \cdots + \phi_1 Z_{t-p} = (1 - \phi_1 B^1 - \phi_2 B^2 - \cdots - \phi_p B^p) Z_t \quad (2.9)$$

atau

$$a_t = \phi(B) Z_t \quad (2.10)$$

2. Model *Moving Average* (MA (*q*))

Model Umum :

$$Z_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \ldots - \theta_q a_{t-q} \quad (2.11)$$

jika Persamaan 2.11 diikuti dengan operator *backshift*, maka persamaan tersebut dapat ditulis menjadi:

$$Z_t = (1 - \theta_1 B^1 - \theta_2 B^2 - \cdots - \theta_q B^q) a_t \quad (2.12)$$

atau

$$Z_t = \phi_q(B) a_t \quad (2.13)$$

keterangan :

θ_q = parameter *Moving Average*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3. Model *Auto Regressive Moving Average* atau ARMA (*p,q*)

   Model Umum :

$$\phi_p(B)Z_t = \theta_q(B)a_t \tag{2.14}$$

   dimana:

   $\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B^1 - \cdots - \phi_p B^p$

   $\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B^1 - \cdots - \theta_q B^q$

4. Model *Auto Regressive Integreted Moving Average* atau ARIMA (*p.d.q*)

   Model Umum :

$$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = \theta_q(B)a_t \tag{2.15}$$

Pembentukan model ARIMA memiliki beberapa tahapan yaitu mengidentifikasi model, mengestimasi parameter, melakukan uji signifikan parameter dan uji diagnostik model. Pemilihan model terbaik berdasarkan nilai MSE terkecil (Sediono, 2016).

2.4.1. Identifikasi Model ARIMA

Menurut Wei (2006) ada beberapa tahapan dalam mengidentifikasi modal ARIMA, yaitu:

1. Melihat pola *plot time series*

   Pola *plot time series* biasanya dipergunakan untuk mengetahui karakteristik data, apakah data tersebut stasioner atau tidak. Karena untuk lanjut ke langkah berikutnya, data yang digunakan harus sudah stasioner.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Kestasioneran data dapat dilakukan dengan Trasnformasi *Box-Cox* dan Uji *Dickey Fuller*.

2. Memperhatikan pola ACF dan PACF

ACf (*Auto Corelation Function*) merupakan suatu fungsi yang memperlihatkan besarnya korelasi antara observasi pada waktu t saat ini dengan observasi pada t-k. Pola *plot* ACF dapat digunakan untuk menentukan model awal dalam melakukan *forecasting*. karena ACF berkaitan dengan model *Moving Average* (MA).

PACF (*Partial Auto Corelation Function*)merupakan suatu fungsi yang memperlihatkan besarnya korelasi parsial antara observasi pada waktu t saat ini dengan observasi pada t-k. Pola *plot* ACF dapat digunakan untuk menentukan model awal dalam melakukan *forecasting*. karena ACF berkaitan dengan model *AutoRegressive* (AR).

2.4.2. Estimasi Parameter ARIMA

Dalam perhitungan statistika, estimasi parameter merupakan bagian dari inferensi statistik yang berfungsi untuk menaksir besaran parameter populasi yang biasanya tidak diketahui. Untuk menaksirkannya digunakan besaran statistika yang bersifat tidak menyimpang dan memiliki varian yang minimum serta bersifat konsisten (Sediono, 2016).

Estimasi parameter ini dapat menduga besaran ϕ dan θ dan membentuk model terbaik dengan syarat parameter model yang dihasilkan harus signifikan yaitu nilai probabilitas estimatornya kurang dari 5%. Mengestimasi model ARIMA dalam

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

penelitian ini menggunakan metode *Least Squares* yang merupakan metode untuk mencari nilai parameter yang meminimumkan jumlah kuadrat kesalahan (selisih antara nilai aktual dan peramalan). Sebagai contoh pada model AR(1) berikut:

$$Z_t - \mu = \phi_1(Z_{t-1} - \mu) + a_t \tag{2.16}$$

jika disubsitusikan pada model *least squares* untuk parameter ϕ_1 dapat ditulis sebagai berikut:

$$S = \sum_{t=2}^{n} a_t^2 \tag{2.17}$$

$$S(\phi_1) = \sum_{t=2}^{n}(Z_t - \phi_1 Z_{t-1})^2$$

berdasarkan prinsip model least squares dilakukan penurunan terhadap ϕ dan disamadengankan nol.

$$\frac{dS}{d\phi} = 0$$
$$\sum_{t=2}^{n} -2(Z_t)(Z_t - \phi_1 Z_{t-1}) = 0$$
$$2\phi_1(\sum_{t=2}^{n}(Z_t Z_{t-1}) - \sum_{t=2}^{n}(Z_t)^2) = 0$$

Maka didapatkan estimator untuk parameter ϕ adalah:

$$\hat{\phi}_1 = \frac{\sum_{t=2}^{n}(Z_t Z_{t-1})}{\sum_{t=2}^{n}(Z_{t-1})^2} \tag{2.18}$$

2.4.3. Uji Signifikan Parameter

Uji signifikasi parameter dengan kriteria hipotesis sebagai berikut:

H_0 : parameter model tidak signifikan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

H_1 : parameter model signifikan

$$t_{hitung} = \frac{(\hat{\theta})}{stdparameter}, std \neq 0 \tag{2.19}$$

hipotesis nol ditolak jika $t_{hitung} > t_{tabel}$, atau $p - value < \alpha$ (0.05) yang artinya parameter model signifikan. Dan $(\hat{\theta})$ merupakan nilai estimasi parameter(Wei, 2006).

2.4.4. Diagnostik Model ARIMA

Ada dua asumsi dalam uji diagnostik model ARIMA, yaitu:

1. Uji *white noise* residual

   Analisis runtun waktu *white noise* biasanya identik dengan galat (dalam regresi) yang bersimbol a_t yang merupakan variabel random berdistribusi iid (independen dan didistribusikan secara identik) $N(\mu, \sigma^2)$. Dalam hal ini akan diketahui apakah residual mengikuti proses *white nosie* menggunakan uji Ljung-Box.

   $H_0 : p_1 = p_2 = \cdots = p_K = 0$ H_1 : minimal salah satu $p_k \neq 0; k = 1, 2, \cdots, K$

   dengan:

   $$Q = n(n+2)\sum_{k=1}^{K}(n-k)^{-1}\hat{p}_k^2 \tag{2.20}$$

   dengan:

   K : lag maksimum

   n : jumlah data

   $\hat{p_k}$: autokorelasi residual untuk lag ke-k

   Hipotesis nol ditolak jika $Q > X^2_(1 - \alpha; K - p - m)$, atau menggunakan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kriteria p-value, jika $p - value < \alpha$ maka hipotesis nol ditolak (Wei,2006).

2. Uji normalitas residual

Uji normalitas residual digunakan untuk mengetahui apakah residual model berdistribusi normal.

H_0 : residual berdistribusi normal

H_1 : residual tidak berdistribusi normal

Pada tahap ini dilakukan uji *Kolmogorov-Smirnov* yaitu dengan menghitung selisih absolut distribusi frekuensi kumulatif ($F_s(x)$) sampel dengan distibusi frekuensi kumulatif teoritis ($F_t(x)$) yang diformulasikan pada persamaan 2.21, dimana hipotesis nol ditolak jika *p-value* kurang dari taraf nyata 0.05.

$$D = max|F_s(x) - F_t(x)| \tag{2.21}$$

2.4.5. Pemilihan Model ARIMA

Memilih model terbaik dari beberapa model dugaan bisa menggunakan kriteria *Mean Square Error* (MSE), yaitu:

$$MSE = \Sigma_{t=1}^{n} \frac{(X_t - F_t)^2}{n} \tag{2.22}$$

dengan:

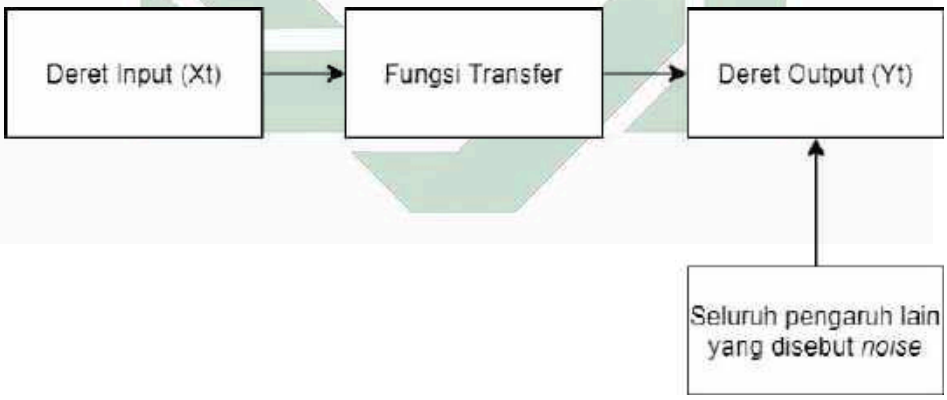
X_t : data aktual periode ke-t

F_t : data prediksi periode ke-t

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.5. Model Fungsi Transfer

Model fungsi transfer dalah model yang dijadikan solusi alternatif dalam menyelesaikan masalah untuk lebih dari satu deret berkala atau istilah dalam dunia statistika sering disebut *multivariate* deret waktu. Model fungsi transfer memaparkan nilai prediksi waktu mendatang dari *multivariate* deret waktu (deret *output* atau Y_t) berdasarkan nilai pada waktu sebelumnya dari deret itu sendiri (Y_t) juga berdasarkan pada satu atau lebih deret berkala yang memiliki hubungan (deret *input* atau X_t). Sistem dinamis fungsi transfer memiliki pengaruh yang tidak hanya pada hubungan linier antara variabel X_t dengan variabel Y_t di waktu ke-*i*, namun juga di waktu $i+1, i+2, \cdots, i+k$ (Makridakis,1999). Wei (2006) mengatakan bahwa dalam fungsi transfer variabel deret berkala *input* (X_t) memberikan pengaruh terhadap deret berkala *output* (Y_t) yang juga mempengaruhi beberapa *input* lainnya yang tergabung dalam satu kelompok yang disebut *noise* (n_t) atau gangguan.



Gambar 2.2 Konsep Fungsi Transfer

Menurut Hasanah (2013), Model Fungsi Transfer merupakan model yang menggabungkan analisis *time series* dengan analisis regresi. Haasanah (2013) juga mengatakan bahwa deret waktu X_t mempengaruhi deret waktu Y_t melalui fungsi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

transfer yang mendistribusikan dampak X_t melalui beberapa periode di masa depan. Model yang dihasilkan disebut model fungsi transfer yang menghubungkan rangkaian keluaran Y_t, rangkaian masukan X_t, dan *noise* n_t. Dimana fungsi transfer sendiri juga dapat disebut dengan korelasi silang dan jika diformulasikan bentuk umum model fungsi transfer adalah sebagai berikut:

$$Y_t = v(\boldsymbol{B})X_t + n_t \tag{2.23}$$

dimana:

v(*B*) = fungsi dari bobot respon impuls $(v_0 + v_1B + v_2B^2 + \cdots + v_kB^k)$, k adalah orde fungsi transfer

v_k = bobot respon impuls pada *lag k*

Deret input dan deret output pada persamaan 2.23 dapat ditransformasikan atau dibedakan agar menjadi stasioner untuk membedakan persamaan yang telah ditransformasi dan dibedakan maka persamaan 2.23 dapat diformulasikan dengan:

$$y_t = \frac{\omega_s(B)}{\delta_r(B)}x_{t-b} + n_t \tag{2.24}$$

atau

$$y_t = \frac{\omega_s(B)}{\delta_r(B)}x_{t-b} + \frac{\theta_q(B)}{\phi_p(B)}a_t \tag{2.25}$$

dengan:

$v(B) = \frac{\omega(B)}{\delta(B)}$

dan

$n_t = \frac{\theta(B)}{\phi(B)}a_t$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dimana:

$\omega_s(B) = \omega_0 - \omega_1 B - \omega_2 B^2 - \cdots - \omega_s B^s$

$\delta_r(B) \ = 1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2 - \cdots - \delta_r B^r$

$\theta_r(B) \ = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \cdots - \theta_q B^q$

$\phi_r(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \cdots - \phi_p B^p$

y_t = nilai rangkaian keluaran yang telah melalui proses transformasi

x_t = nilai rangkaian masukan yang telah melalui proses transformasi

r,s,p,q dan b merupakan parameter fungsi transfer

Persamaan 2.24 dan 2.25 digunakan ketika orde fungsi transfer yaitu k (orde tertinggi untuk proses pembedaan) menjadi lebih besar. Dalam model tersebut $\theta_q(B)$ dan $\phi_p(B)$ menyatakan operator rata-rata bergerak atau *moving average* dan n_t atau *noise* menunjukkan operator *autoregressuive* (AR). Serta b,r,dan s menyatakan parameter model fungsi transfer antara deret *output* dan deret *input*. Sedangkan p dan q digunakan untuk pembentukan parameter model *noise*.

2.5.1. Identifikasi Model Fungsi Transfer

Makridakis (1999) juga mengatakan bahwa model fungsi transfer merupakan model yang terdapat deret rangkaian masukan (X_t) dan masukan lainnya yang diperkirakan akan mempengaruhi deret rangkaian keluaran (Y_t). Dan berikut adalah langkah-langkah membentuk model fungsi transfer:

1. Mempersiapkan rangkaian masukan *(input)* dan rangkaian keluaran *(output)*

   Dalam proses persiapan data rangkaian masukan dan keluaran untuk membentuk model fungsi transfer, kedua data tersebut wajib stasioner baik dalam varian maupun rataan (*mean*).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2. *Prewhitening* (pemutihan) rangkaian masukan *(input)* dan rangkaian keluaran *(output)*

Prewhitening merupakan proses mentransformasi data yang semula berkorelasi menjadi data yang tidak berkorelasi atau yang bersifat *white noise*. Dalam langkah ini menggunakan model ARIMA. Berikut model yang digunakan:

$$a_t = \frac{\phi_x(B)}{\theta_x(B)} x_t \tag{2.26}$$

Dimana α_t adalah *white noise* $N(0, \frac{2}{a})$ dari model ARIMA untuk X_t dengan Y_t yang telah mengalami *prewhitening*. Untuk deret output yang telah dilakukan proses *prewhitening* dan merupakan *white noise* untuk Y_t akan menjadi β_t dengan model dibawah ini:

$$\beta_t = \frac{\phi_x(B)}{\theta_x(B)} y_t \tag{2.27}$$

3. Menghitung *Cross-Correlation Function* (CCF)

Cross-Correlation Function berfungsi untuk mendeteksi dan mengukur hubungan kekuatan antara α_t dan β_t.

$$y_{xy}(k) = E[(x_t - \mu_x)(y_{t+k} - \mu_y)] \tag{2.28}$$

$$\rho_k = \frac{y_{xy}(k)}{\sigma_\alpha \sigma_\beta} \tag{2.29}$$

$$\hat{p}_{\alpha\beta}(k) = \frac{y_{\alpha\beta}(k)}{\sigma_\alpha \sigma_\beta} \tag{2.30}$$

4. Menetapkan b,r, dan s untuk model Fungsi Transfer

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Menetapkan nilai b,r, dan s berfungsi untuk menghubungkan data rangkaian masukan dan keluaran.

dimana:

r = derajat fungsi $\delta(B)$

s = derajat fungsi $\omega(B)$

b = keterlambatan yang dicatat dalam subskrip dari x_{t-b}

Menurut Wei (2006) dalam menduga ketiga komponen tersebut terdapat beberapa aturan yaitu:

a. Nilai b menunjukkan bahwa x_t tidak mempengaruhi y_t sampai periode $t+b$ dan besarnya b adalah *lag* bobot respon impuls yang pertama tidak berbeda dari nol.

b. Nilai s menyatakan berapa lama nilai-nilai baru dari deret masukan (x_t) mempengaruhi deret keluran (y_t) secara terus-menerus.

c. Nilai r menunjukkan berapa lama deret keluaran Y_t berasosiasi dengan nilai masa sebelumnya dari rangkaian keluaran itu sendiri. Bila jumlah bobot respon impuls hanya terdiri dari beberapa *lag* yang kemudian terpotong maka r=0, dan jika bobot respon impuls menampilkan pola eksponensial maka r=1. Serta apabila bobot respon impuls pola eksponensial dan sinusoidal maka nilai r=2.

Markidakis (1999) mengatakan bahwa dalam menetapkan parameter deret gangguan (p,q) dapat dilakukan dengan analisis nilai nt menggunakan metode ARMA untuk menemukan apakah terdapat model ARIMA($p_n q_n$) yang tepat.

$$\phi(B)n_t = \theta(B)a_t \tag{2.31}$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.5.2. Estimasi Model Fungsi Transfer

Berdasarkan penetapan nilai (b,r,s) dapat membentuk model fungsi transfer awal atau sementara yang memiliki beberapa parameter yang harus diestimasi yaitu $\delta, \omega, \phi, \theta$, dan σ_a^2. Sehingga dari persamaan 2.25 dapat ditulis kembali menjadi:

$$\delta(B)\phi(B)y_t = \phi(B)\omega(B)x_{t-b} + \delta(B)\theta(B)a_t \tag{2.32}$$

$$c(B)y_t = d(B)x_{t-b} + e(B)a_t \tag{2.33}$$

dimana :

$c(B) = \delta(B)\phi(B) = (1-\delta_1 B - \ldots - \delta_r B^r)(1-\phi_1 B - \ldots - \phi_p B^p) = (1 - c_1 B - c_2 B^2 \ldots - c_{p+r} B^{p+r})$

$d(B) = \phi(B)\omega(B) = (1 - \phi_1 B - \ldots - \phi_p B^p)(\omega_0 - \omega_1 B - \ldots - \omega_s B^s) = (d_0 - d_1 B - d_2 B^2 - \ldots - d_{p+s} B^{p+s})$

dan

$e(B) = \delta(B)\theta(B) = (1-\delta_1 B - \ldots - \delta_r B^r)(1-\theta_1 B - \ldots - \theta_q B^q) = (1 - e_1 B - e_2 B^2 \ldots - e_{r+q} B^{r+q})$

diperoleh :

$$a_t = y_t - c_1 y_{t-1} - \ldots - c_{p+r} y_{t-p-r} - d_0 x_{t-b} + d_1 x_{t-b-1} + \ldots + d_{p+s} x_{t-b-p-s} +$$

$$e_1 a_{t-1} + \ldots + e_{r+q} a_{t-r-q} \tag{2.34}$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dimana c_i, d_j dan e_k merupakan fungsi transfer dari $\delta, \omega, \phi, \theta$. Diasumsikan a_t berdistribusi normal $N(0, \sigma_a^2)$ maka didapatkan fungsi likelihood:

$$L(\delta, \omega, \phi, \theta, \sigma_a^2 | b, x, y, x_0, y_0, a_0) = (2\pi\sigma_a^2)^{-\frac{\pi}{2}} exp[-\frac{1}{2\pi\sigma_a^2}\Sigma_{t=1a_t^2}^{n}] \tag{2.35}$$

2.5.3. Uji Kesesuaian Model Fungsi Transfer

Dalam langkah ini dilakukan pemeriksaan *cross-correlation* antara deret masukan *prewhitening* dan residual model deret gangguan. Memeriksa autokorelasi residual dilakukan dengan uji *Ljung-Box*. Serta melakukan uji kenormalan residual menggunakan uji *Komolgorov-Smirnov* (Wei,2006).

Statistik uji *Ljung-Box* dapat menggunakan rumus berikut:

$$Q_k = n(n+2)\Sigma_{k=1}^{k}\frac{r_k^2}{n-k} \tag{2.36}$$

dengan:

n = banyaknya observasi dalam runtun waktu

k = jumlah *lag* yang diuji

r_k = nilai koefisien autokorelasi pada *lag-k*

pengajuan hipotesisi:

H_0 = residual memenuhi asumsi *white noise*

H_1 = residual tidak memenuhi asumsi *white noise*

kesimpulan yang dapat diambil yaitu hipotesis nol ditolak jika nilai $Q > X^2$ tabel dengan derajat bebas (k-p) dan p adalah jumlah parameter, atau dapat menggunakan ketentuan nilai *p-value*, yaitu jika nilai *p-value* kurang dari taraf nyata 5%, maka

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

hipotesis nol ditolak yang berarti residual tidak memenuhi asumsi *white noise*

Uji kenormalan dapat menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan hipotesis:

H_0 = residu berdistribusi normal

H_1 = residu tidak berdistribusi normal

Menggunakan rumus:

$$D = max|F_s(x) - F_t(x)| \tag{2.37}$$

Perhitungan selisih absolut $F_s(x)$ (frekuensi kumulatif sampel yang diperoleh dari pembagian antara frekuensi kumulatif sampel dengan jumlah sampel) dengan $F_t(x)$ (frekuensi kumulatif teoritis yang mengacu pada tabel distribusi normal), jika nilai $D > k$ maka hipotesis nol ditolak. Dimana k merupakan kuantil statistik uji *Komolgorov-Smirnov* yang nilainya dapat dilihat pada tabel K-S atau dapat menggunakan nilai *p-value*, yaitu hipotesis nol ditolak jika *p-value* kurang dari α (5%).

2.6. Penentuan Model Fungsi Transfer

Pemodelan fungsi transfer dilakukan dengan cara memodelkan seluruh variabel yang telah diidentifikasi sebelumnya. Identifikasi nilai-nilai bobot respon impuls dan korelasi silang dijadikan dasar dalam menghasilkan model fungsi transfer sebagai model peramalan. Proses peramalan suatu kondisi perlu adanya evaluasi keakuratan dari suatu sistem, karena sebuah peramalan mengandung derajat ketidakpastian dan tidak akan luput dari sebuah kesalahan. Adanya unsur kesalahan (*error*) dalam suatu peramalan deret waktu dapat digunakan untuk mengukur kinerja suatu sistem atau metode. Selain karena unsur *error*, sumber penyimpangan dalam peramalan juga disebabkan oleh ketidakmampuan suatu

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

model peramalan untuk mengenali unsur-unsur yang terdapat dalam data deret waktu (Suryanto,2016).

Untuk mngetahui ketepatan dari suatu model peramalan yang ada dapat dilihat dari nilai *error*nya. Jika nilai *error* suatu model semakin kecil maka dapat dianggap metode yang digunakan merupakan metode yang baik untuk kasus peramalan dan data yang digunakan. Beberapa perhitungan yang umum digunakan dalam menguji ketepatan nilai peramalan adalah sebagai berikut:

1. *Mean Square Error* (MSE)

   Mean Square Error merupakan selisih antara nilai sebenarnya dengan nilai prediksi. pada tahap ini, jika nilai errornya semakin besar maka semakin besar nilai MSE yang dihasilkan. Berikut adalah formulasi untuk mencari nilai MSE:

$$MSE = \Sigma_{t=1}^{n} \frac{(X_t - F_t)^2}{n} \tag{2.38}$$

2. *Root Mean Square Error* (RMSE)

   Perhitungan *Root Mean Square Error* sama halnya dengan menghitung MSE, hanya saja RMSE menggunakan proses akar. berikut adalah formulasi untuk mencari nilai RMSE:

$$RMSE = \Sigma_{t=1}^{n} \frac{(X_t - F_t)^{1/2}}{n} \tag{2.39}$$

3. *Mean Absolute Precentage Error* (MAPE)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Perhitungan MAPE *(Mean Absolute Precentage Error*) digunakan untuk mendapatkan nilai presentase dari rata-rata selisih nilai sebenarnya dengan nilai prediksi. Berikut adalah formulasi untuk mencari nilai MAPE:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^{n} \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right|}{n} x100\% \tag{2.40}$$

dimana:

X_t = data aktual periode ke-t

F_t = data prediksi periode ke-t

n = jumlah observasi

Dengan ketentuan sebagai berikut:

Tabel 2.3 Intepretasi Nilai MAPE

Rentang MAPE	Akurasi Prediksi
$< 10\%$	Kemampuan model peramalan sangat akurat
10 - 20%	Kemampuan model peramalan baik
20 - 50%	Kemampuan model peramalan layak
$> 50\%$	Kemampuan model peramalan tidak akurat

2.7. Integrasi Keilmuan

Lautan merupakan salah satu wilayah bumi yang diciptakan untuk manusia. Seperti dalam surah Al-Baqarah ayat 29:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

هُوَ ٱلَّذِى خَلَقَ لَكُم مَّا فِى ٱلْأَرْضِ جَمِيعًا ثُمَّ ٱسْتَوَىٰٓ إِلَى ٱلسَّمَآءِ فَسَوَّىٰهُنَّ سَبْعَ سَمَٰوَٰتٍ ۚ وَهُوَ بِكُلِّ شَىْءٍ عَلِيمٌ (٢٩)

"Dialah yang menciptakan untuk kamu semua yang ada di bumi. Kemudian Dia mengarahkan diri-Nya ke surga, [keberadaan-Nya di atas semua ciptaan], dan menjadikan mereka tujuh langit, dan Dia mengetahui segala sesuatu."

Menurut Seyyed Quub dalam tafsirnya mengatakan bahwa makna kata untuk kamu dalam ayat ini adalah untuk manusia. Tujuan Allah SWT menciptakan bumi dan segala isinya agar manusia berperan sebagai khalifah dan aktif di bumi terutama dalam aspek pengembangannya. M. Quraish Shihab juga mengatakan bahwa Allah tidak hanya menghidupkan kamu (manusia). Namun juga menyiapkan sarana kehidupan di dalamnya (Thobromi,2005).

Sebagai sarana kehidupan khususnya sebagai tempat tinggal dan tempat kediaman serta sebagai penunjang kehidupan manusia, dalam ayat tersebut Allah SWT menegaskan, bahwa segala isi bumi termasuk lautan yang menjadi wilayah mayoritas bumi. Jika dilihat dari permukaan planet, bumi diciptakan dan ditujukan untuk manusia. Oleh karena itu manusia dapat menguasai, memanfaatkan, serta mengembangkan fasilitas yang diberikan Allah SWT untuk kepentingan tugas dan kehidupannya (Thobromi,2005).

Kapal adalah alat transportasi laut yang dapat menunjang kehidupan manusia dalam menjalankan berbagai aktivitas. Dalam Al-Quran hal ini disebut dengan rakiba yang berarti menaiki kendaraan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

فَإِذَا رَكِبُوا۟ فِى ٱلْفُلْكِ دَعَوُا۟ ٱللَّهَ مُخْلِصِينَ لَهُ ٱلدِّينَ فَلَمَّا نَجَّىٰهُمْ إِلَى ٱلْبَرِّ إِذَا هُمْ يُشْرِكُونَ (٦٥)

"Maka apabila mereka naik kapal, mereka mendoa kepada Allah dengan memurnikan ketaatan beragama kepada-Nya; maka tatkala Allah menyelamatkan mereka sampai ke darat, tiba-tiba mereka (kembali) mempersekutukan (Allah)." (QS. Al-Ankabut ayat 65)

Surah ini memerintahkan manusia untuk selalu berikhitiar dan ikhlas dalam setiap kondisi saat berkendara "*maka apabila mereka naik kapal, mereka mendoa kepada Allah dengan memurnikan ketaatan beragama kepadan-Nya*". Karena saat berkendara berbagai hal dapat terjadi, khususnya agar di beri kemudahan dan kelancaran serta di hindarkan dari hal negatif atau hal yang berbahaya.

Umumnya hal negatif yang kerap terjadi ialah cuaca buruk yang menyebabkan seluruh penumpang merasa takut. Di dalam transportasi laut, cuaca buruk tersebut dapat berupa hembusan angin yang sangat kencang sehingga menyebabkan gelombang semakin tinggi yang membuat situasi semakin mencekam. Dalam Al-Quran surah Al-Kahfi [18]:71 terdapat larangan membahayakan penumpang kendaraan.

فَٱنطَلَقَا حَتَّىٰٓ إِذَا رَكِبَا فِى ٱلسَّفِينَةِ خَرَقَهَا ۖ قَالَ أَخَرَقْتَهَا لِتُغْرِقَ أَهْلَهَا لَقَدْ جِئْتَ شَيْـًٔا إِمْرًا (٧١)

"Maka berjalanlah keduanya, hingga tatkala keduanya menaiki perahu, Khidhr melubanginya. Musa berkata:mengapa kamu melubangi perahu itu, (yang) akibatnya kamu menenggelamkan penumpangnya? sesungguhnya kamu telah berbuat sesuatu kesalahan yang besar."

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Kandungan surah Al-Kahfi ayat 71 ini tertuju pada segala sesuatu yang mengarah pada kelemahan seseorang, sehingga melakukan suatu kerusakan hebat yang membuat panik bahkan dapat membahayakan nyawa penumpang kendaraan tersebut. Di zaman berkembangnya teknologi yang semakin canggih dan modern ini, hal yang dapat membahayakan penumpang kendaraan dapat diminimalisir. Namun tetap pada hakikatnya, manusia hanya selalu berusaha dan berdoa, untuk segala keputusan tetap pada Allah SWT. Hal yang dapat dilakukan manusia yaitu memprediksi secara matematis kondisi cuaca berdasarkan angin dan tinggi gelombang laut yang akan terjadi di keesokan hari atau di masa mendatang.

Seiring dengan berkembangnya teknologi saat ini, segala sesuatu bisa diperkirakan berdasarkan ilmu pengetahuan dan penelitian termasuk dalam memprediksi tinggi gelombang. Prediksi atau peramalan secara *scientist* maupun *matemathic* berdasarkan apa yang pernah terjadi diperbolehkan, karena sesungguhnya apapun yang ada di bumi telah diciptakan dengan ukuran, perhitungan, rumus, dan formula tertentu yang sangat teliti dan rapi yang tercantum dalam Al-qur'an surah Al-Furqan ayat 2.

ٱلَّذِى لَهُۥ مُلْكُ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُن لَّهُۥ شَرِيكٌ فِى ٱلْمُلْكِ وَخَلَقَ كُلَّ
شَىْءٍ فَقَدَّرَهُۥ تَقْدِيرًا (٢)

"Yang kepunyaan-Nya-lah kerajaan langit dan bumi, dan dia tidak mempunyai anak, dan tidak ada sekutu bagi-Nya dalam kekuasaan(Nya), dan Dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya"

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Menurut Muniri (2016), *mathematic* merupakan ilmu dasar yang melayani seluruh ilmu pengetahuan yang dapat berkoordinasi dengan kehidupan manusia, mulai dari kegiatan jasmani maupun rohani yang berhubungan dengan agama. Artinya, seluruh ilmu pengetahuan yang memiliki ketetapan atau aturan yang jelas dapat dibuat model matematikanya. Selain itu, hasil dari sebuah penelitian *scientist* maupun mathematic juga mengandung nilai ketidakpastian. Pada hakikatnya, seorang matematikawan hanya menemukan dan menyimbolkan dalam bahasa matematika hal-hal atau hukum yang sudah tersedia di alam semseta. Bahkan untuk menggambarkan suatu fenomena, ahli matematika hanya menemukan model-model matematika yang mendekati untuk menggambarkan fenomena tersebut. Seperti halnya hukum Archimedes yang ditemukan melalui hasil menelaan dan membaca ketetapan Allah SWT (Abdussakir,2009). Hal ini dapat dilakukan berkat adanya usaha manusia, seperti yang ada dalam surah Al-Ankabut ayat 6.

وَمَن جَٰهَدَ فَإِنَّمَا يُجَٰهِدُ لِنَفۡسِهِۦٓۚ إِنَّ ٱللَّهَ لَغَنِيٌّ عَنِ ٱلۡعَٰلَمِينَ (٦)

"Dan barangsiapa berusaha, maka sesungguhnya usahanya itu untuk dirinya sendiri"

Di dalam firman Allah QS. Al-Araf ayat 56 juga menganjurkan untuk selalu berusaha, berikhtiar dan bermunajat kepada Allah yang disertai dengan rasa takut dan harapan bahwa doa akan dikabulkan. Karena hasil dari usaha manusia, tak lepas dari doa kepada Allah SWT.(Mursalim, 2011).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

وَلَا تُفْسِدُوا۟ فِى ٱلْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَٰحِهَا وَٱدْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا ۚ إِنَّ رَحْمَتَ ٱللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ ٱلْمُحْسِنِينَ(٥٦)

Menurut Ibnu Umar dalam dalam kitab Al-Hakim mengatakan bahwa doa memiliki manfaat bagi musibah yang telah terjadi dan yang belum terjadi.

لَا يَرُدُّ الْقَضَاءَ إِلَّا الدُّعَاءُ وَلَا يَزِيدُ فِي الْعُمُرِ إِلَّا الْبِرُّ

"Tidak ada yang dapat menolak takdir ketentuan Allah selain doa. Dan tida ada yang dapat menambah umur seseorang selain perbuatan baik." (HR. At Tirmidzi) Kemudian dalam kitab Al-Hakim diriwayatkan sebuah hadist dari Aisyah RA, Rasulullah bersabda:

"Kewaspadaanmu tidak ada gunanya dalam menghadapi takdir. Doalah yang berguna untuk mengantisispasi musibah yang turun maupun yang belum turun. Sesungguhnya musibah ketika turun dihadapi oleh doa dan keduanya bertarung hingga hari kiamat."

Selain berdoa, manusia juga diwajibkan untuk selalu berusaha. Salah satu usaha yang dapat dilakukan ialah mencegah atau mengantisipasi bahaya (kerusakan) yang juga tercantum dalam sebuah kaidah fiqih:

دَرْءُ الْمَفَاسِدِ مُقَدَّمٌ عَلَى جَلْبِ الْمَصَالِحِ

"Menghilangkan kemudharatan itu lebih didahulukan daripada mengambil sebuah kemaslahatan."

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tujuan dari dalil pada kaidah ini adalah apabila terjadi pertentangan antara memusnahkan suatu kemudharatan (kerusakan) dengan sesuatu yang membawa kemasalahatan, maka yang didahulukan ialah memusnahkan kemudharatan. Tetap beroperasinya transportasi laut mengandung kemaslahatan untuk membantu sesama manusia, namun disisi lain jika cuaca buruk yaitu tekanan angin tinggi dan tinggi gelombang laut ekstrem sehingga dapat membahayakan penumpang, maka berdasarkan kaidah ini, yang terbaik untuk dilakukan ialah menutup sementara jalur transportasi laut sampai cuaca kembali membaik.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian mengenai prediksi tinggi gelombang laut di Pelabuhan Ketapang menggunakan fungsi transfer model adalah jenis penelitian kuantitatif, karena data yang dipergunakan adalah data dalam bentuk numerik atau angka. Berdasarkan manfaatnya, penelitian ini termasuk dalam penelitian terapan dengan tujuan memberikan solusi pada sebuah problem tertentu secara praktis dan tidak hanya fokus pada pengembangan ide, teori, ataupun gagasan. Namun, berfokus pada implementasi penelitian dalam kehidupan sehari-hari. Data yang dipergunakan dalam penelitian ini merupakan data rata-rata harian tinggi gelombang laut di Pelabuhan Ketapang yang diperoleh dari data online Badan Meteorolgi, Klimatologi dan Geofisika tertanggal 1 Januari 2021 sampai 25 Juli 2021.

3.2. Analisis Data

Data dalam penelitian ini terdiri dari 2 variabel yaitu variabel dependent dan variabel independent. Angin sebagai variabel independent dan tinggi gelombang laut sebagai variabel dependent. Data dari kedua variabel tersebut kemudian dibagi menjadi dua bagian. Bagian pertama untuk proses *training* yaitu data mulai tanggal 1 Januari hingga 24 Mei 2021, dan bagian kedua untuk proses *testing* yaitu data tanggal 25 Mei hingga 25 Juli 2021. Dalam mencapai tujuan penelitian ini perlu adanya analisis data yang dapat dilakukan dengan membentuk data menjadi data *time series* dan data proses prediksi.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.3. Langkah-langkah Penelitian

Langkah Pertama: Membentuk model ARIMA untuk deret input kecepatan angin X_t

1. Mempersiapkan data deret *input* X_t
2. Membuat plot data *time series*
3. Melakukan uji kestasioneran data dalam varian dan dalam rataan (*mean*)
4. Membuat plot ACF dan plot PACF
5. Membentuk dan mengidentifikasi model
6. Melakukan estimasi model ARIMA
7. Melakukan uji kesesuaian model (uji diagnostik)
8. Menentukan model ARIMA terbaik

Langkah Kedua: Analisis menggunakan model fungsi transfer

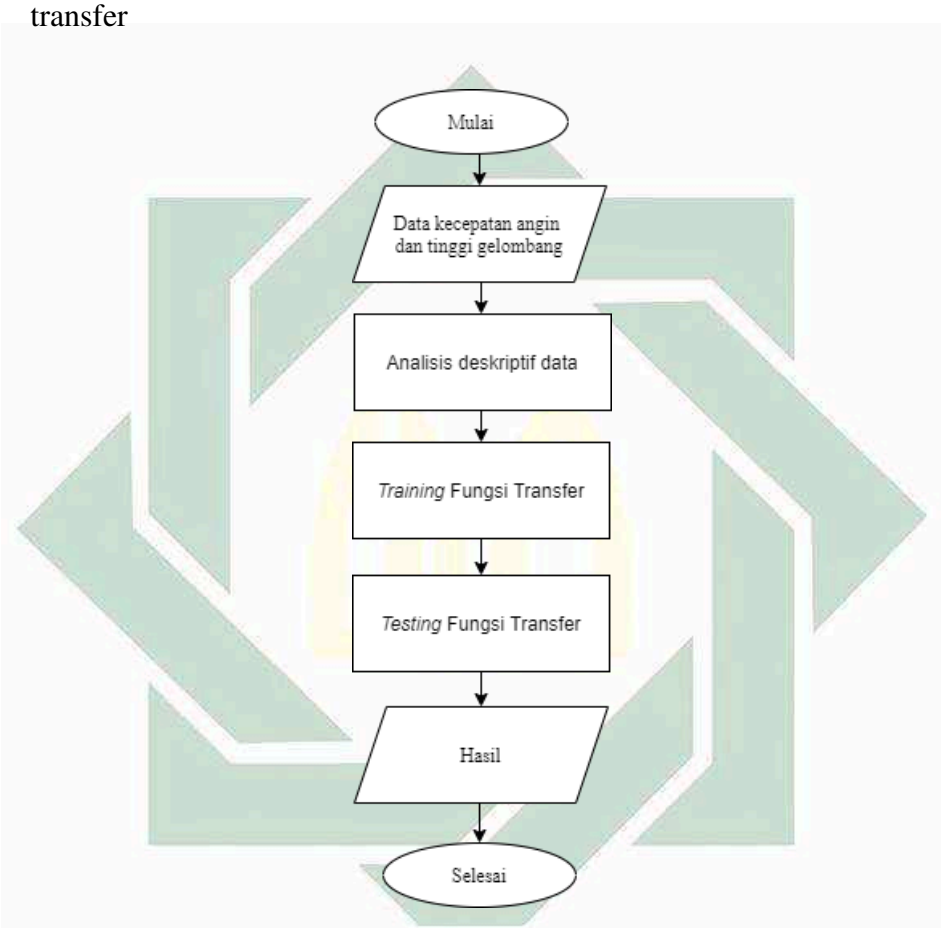
1. Melakukan *prewhitening* deret *input* X_t dan *output* Y_t sehingga keduanya menjadi *white noise* Y_t
2. Melakukan perhitungan fungsi korelasi silang (*Cross Correlation Function*) antara deret masukan dan keluaran.
3. Menetapkan nilai b,r, dan s untuk model fungsi transfer berdasarkan *Cross-Correlation Function*
4. Melakukan penaksiran awal deret *noise*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

5. Melakukan estimasi terhadap parameter model fungsi transfer

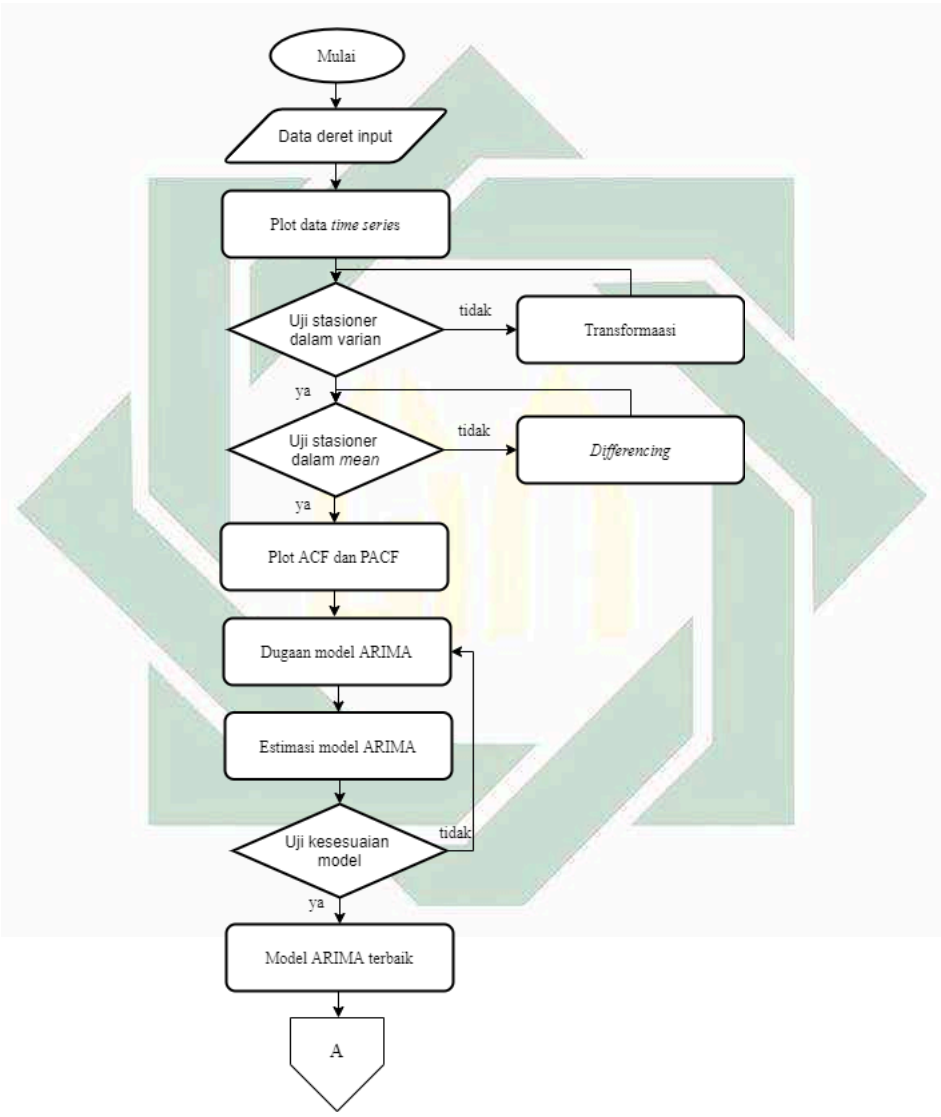
6. Melakukan uji diagnostik (uji kesesuaian model)

7. Melakukan prediksi terhadap tinggi gelombang menggunakan model fungsi transfer

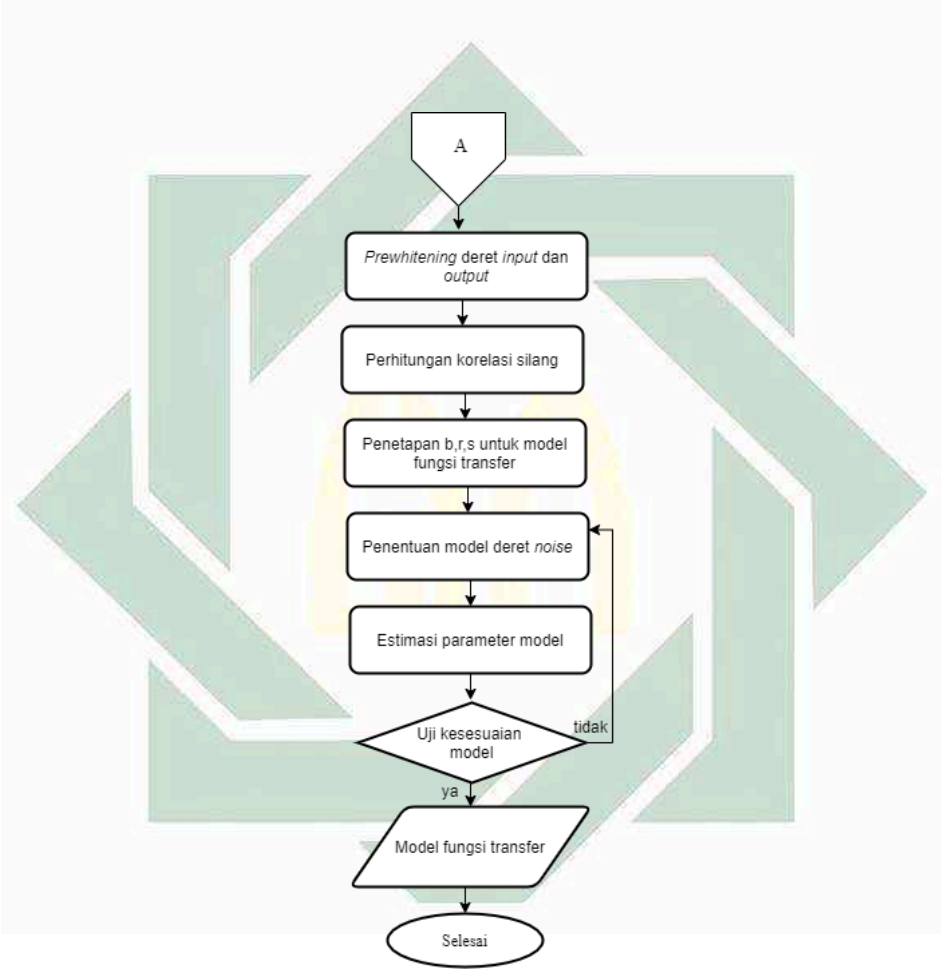


Gambar 3.1 Diagram Alir Prediksi Tinggi Gelombang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3.2 Langkah-langkah Model Fungsi Transfer

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas tentang hasil penelitian terhadap tinggi gelombang laut berdasarkan kecepatan angin di Pelabuhan Ketapang Banyuwangi, Jawa Timur. Sebelum dilakukan peramalan, akan ditampilkan analisis deskriptif data untuk mengetahui karakteristiknya sehingga perlu dilakukan penelitian. Kemudian, meramalkan tinggi gelombang berdasarkan kecepatan angin menggunakan Model Fungsi Transfer.

4.1. Analisis Deskriptif Kecepatan Angin dan Tinggi Gelombang di Pelabuhan Ketapang Banyuwangi, Jawa Timur

Analisis deskriptif digunakan untuk mengetahui karakteristik data yang akan digunakan untuk peramalan. Karakteristik yang akan diamati merupakan variabel kecepatan angin dan tinggi gelombang laut yang dikelompokkan berdasarkan perhitungan rata-rata perhari.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.1 Hasil Analisis Deskriptif Variabel Kecepatan Angin Perbulan

Bulan	N	Minimum	Maximum	*Mean*	Std. Deviation
Januari	31	1.28	4.33	2.3210	0.72095
Februari	28	1.26	3.73	1.8604	0.59461
Maret	31	0.90	3.63	1.9726	0.62495
April	30	0.90	3.58	2.2733	0.68395
Mei	31	1.63	3.77	2.6458	0.54467
Juni	30	1.54	3.05	2.3240	0.43650
Juli	25	1.69	4.37	3.1240	0.71077

Berdasarkan Tabel 4.1 menunjukkan bahwa nilai *mean* tertinggi variabel kecepatan angin di Pelabuhan Ketapang Banyuwangi, Jawa Timur adalah 3.1240 m/s atau setara dengan 11.2464 km/jam (6.0726 knot) yang terjadi pada bulan Juli 2021, dimana sesuai dengan Skala Beaufort angka tersebut dapat membentuk gelombang yang sedikit besar. Dan nilai rata-rata terendah terjadi pada bulan Februari 2021 yaitu sebesar 1.8604 atau setara dengan 6.5030 km/jam (3.5114 knot) yang dapat dikelompokkan pada kategori angin ringan. Selang antara nilai *mean* tertinggi dengan nilai *mean* terendah cukup besar yaitu 4.7434 km/jam. Dari Tabel 4.1 juga dapat diketahui ada banyak data yang nilainya lebih tinggi dibandingkan dengan nilai rata-ratanya. Hal ini berarti bahwa kecepatan angin di Pelabuhan Ketapang Banyuwangi, Jawa Timur cukup berfluktuatif.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.2 Hasil Analisis Deskriptif Variabel Tinggi Gelombang Perbulan

Bulan	N	Minimum	Maximum	*Mean*	Std. Deviation
Januari	31	0.67	2.51	1.3081	0.43903
Februari	28	0.66	2.20	1.0450	0.37459
Maret	31	0.20	2.09	1.1000	0.40123
April	30	0.20	2.10	1.2647	0.44991
Mei	31	0.90	2.12	1.5019	0.31591
Juni	30	0.77	1.76	1.2870	0.27563
Juli	25	0.85	2.59	1.7716	0.42916

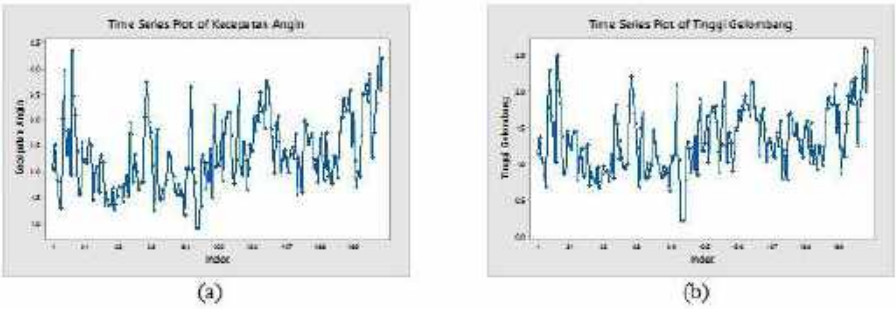
Berdasarkan Tabel 4.2 diketahui bahwa selisih nilai *mean* tertinggi dan nilai *mean* terendah ketinggian gelombang laut tidak terlalu besar yaitu 0.7266 meter. Namun, ketinggian gelombang laut di Pelabuhan Ketapang Banyuwangi cukup tinggi, yaiu mecapai 2.6 meter. Dan banyak data yang nilainya lebih tinggi dibandingkan dengan nilai rata-ratanya. Hal tersebut menunjukkan bahwa data ketinggian gelombang laut di Pelabuhan Ketapang Banyuwangi cukup berfluktuatif.

4.2. Prediksi Tinggi Gelombang Berdasarkan Kecepatan Angin Menggunakan Model Fungsi Transfer

Prediksi tinggi gelombang laut berdasarkan kecepatan angin di Pelabuhan Ketapang Banyuwangi, Jawa Timur menggunakan metode Fungsi Transfer memerlukan *plot* data *time series* sebagai langkah awal mengetahui pola data yang digunakan. Penelitian ini menggunakan data kecepatan angin dan ketinggian gelombang dari 1 Januari 2021 sampai 25 Juli 2021. Berikut plot *time series* data secara keseluruhan pada gambar 4.1

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

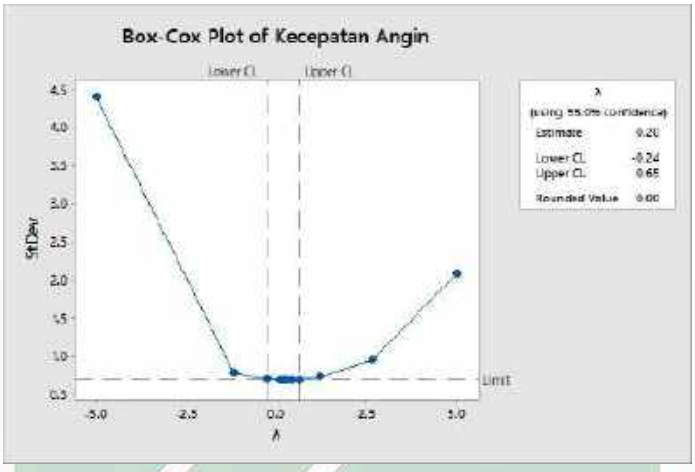
4.2.1. Identifikasi Model Deret *Input* (Kecepatan Angin) dan Deret *Output* (Ketinggian Gelombang)



Gambar 4.1 (a) dan (b) *Plot Time Series* Data

Dari grafik yang ditampilkan maka dilakukan langkah selanjutnya yaitu membagi data menjadi data *training* dan data *testing*. Data *training* digunakan untuk mendapatkan model dalam meramalkan tinggi gelombang laut yaitu mulai tanggal 1 Januari 2021 sampai 24 Mei 2021 sebanyak 144 data. Sedangkan data *testing* digunakan untuk penentuan model terbaik Fungsi Transfer yang dihasilkan yaitu mulai tanggal 25 Mei 2021 sampai dengan 25 Juli 2021 sebanyak 62 data. Dalam memodelkan Fungsi Transfer diawali dengan Pemodelan ARIMA untuk deret *input*. Untuk memodelkan ARIMA deret *input*, terlebih dahulu mengidentifikasi data dengan melihat kestasioneran data baik dalam varian maupun dalam rataan (*mean*).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.2 *Plot Box Cox* Kecepatan Angin

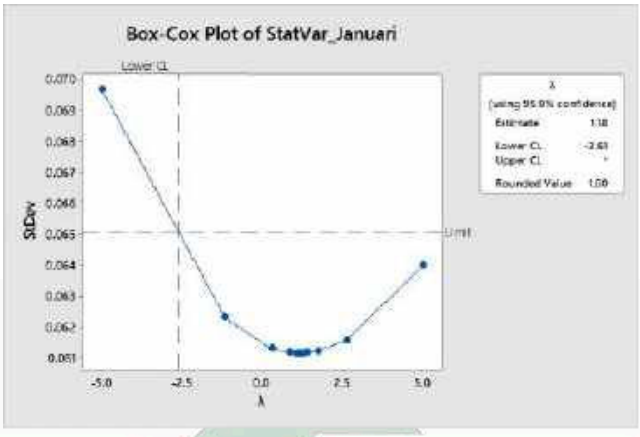
Berdasarkan Gambar 4.2 nilai *rounded value* adalah 0.00 yang artinya data tidak stasioner. Untuk mengetahui lebih detail akan ditampailkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Uji Stasioneritas Data Deret *Input* dalam Varian

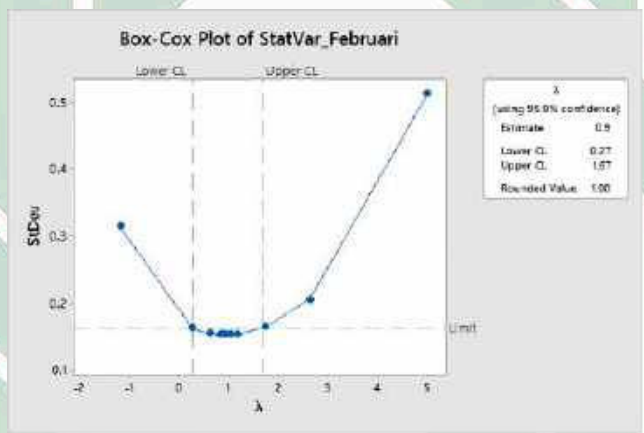
Bulan	LCL	UCL	*Rounded Value*
Januari	-1.32	0.66	-0.50
Februari	-3.09	-0.59	-2.00
Maret	-0.94	0.76	0.00
April	0.20	2.03	1.00
Mei	-0.39	3.00	1.00

Dari hasil Uji *Box-Cox* pada Tabel 4.3 diketahui bahwa pengamatan pada bulan Januari sampai dengan Maret menampilkan nilai *rounded value* kurang dari 1 yang artinya data pada pengamatan pada waktu tersebut belum stasioner. Dan data di katakan stasioner dalam Uji *Box-Cox* jika nilai *rounded value* lebih atau sama dengan 1. Oleh karena itu perlu melakukan proses transformasi pada data yang tidak stasioner dalam varian. Berikut merupakan hasil uji stasioneritas dalam varian pada bulan Januari sampai dengan Maret.

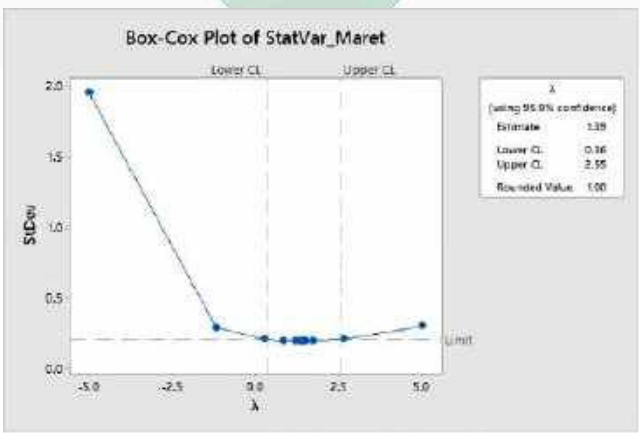
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



(a)



(b)

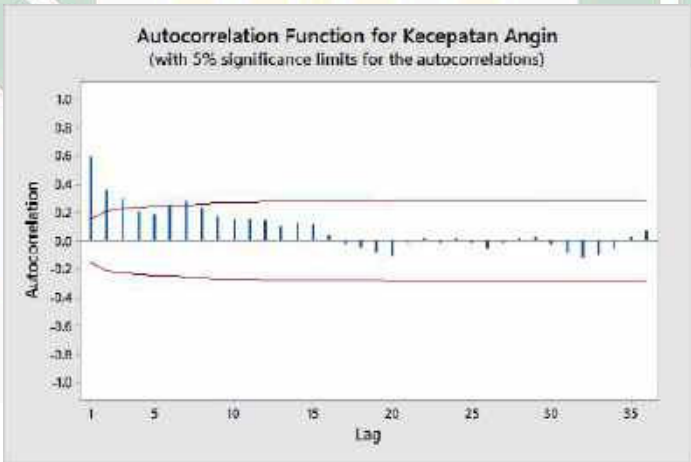


(c)

Gambar 4.3 (a) sampai (c) Transformasi *Box Cox* Bulan Januari - Maret 2021

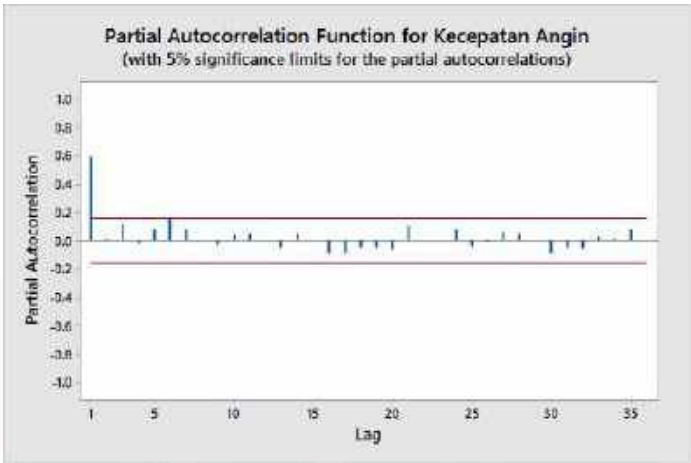
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Setelah melakukan Uji Transformasi *Box-Cox* seperti pada Gambar 4.3 dan didapatkan hasil bahwa seluruh data stasioner dalam varian karena nilai *rounded value* sama dengan 1. Jika data telah stasioner dalam varian, selanjutnya mengidentifikasi kestasioneran data dalam *mean* dengan melihat plot ACF dan plot PACF. Setelah didapatkan seluruh data deret *input* yang stasioner, langkah selanjutnya yaitu membentuk model ARIMA (p,d,q). Plot ACF digunakan untuk membentuk model ARIMA (p,d,q) sebagai orde q, plot PACF digunakan untuk pembentukan model ARIMA (p,d,q) sebagai orde p, sedangkan orde d merupakan berapa kali melakukan *differencing* pada data yang belum stasioner dalam mean. Orde d = 0 jika data telah stasioner dalam *mean* tanpa melakukan *differencing*, orde d = 1 jika melakukan *differencing* 1 kali dan d = 2 jika melakukan *differencing* 2 kali.



Gambar 4.4 *Plot* ACF Kecepatan Angin

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.5 *Plot* PACF Kecepatan Angin

Berdasarkan *plot* ACF dan PACF pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 terlihat bahwa sampai pada lag 1 sudah ada nilai yang melebihi batas significant limit yang artinya data sudah stasioner dalam rataan. Maka tidak perlu proses *differencing*, dan dapat melanjutkan ke langkah berikutnya yaitu membentuk model ARIMA(p.d.q) berdasarkan plot ACF dan PACF. Dapat dilihat dari kedua plot tersebut nilai p (pada plot PACF) cut off pada lag pertama, jadi untuk kombinasi AR bernilai 0 dan 1. Kemudian menentukan nilai q dilihat dari plot ACF yang cut off pada lag ketiga, jadi untuk kombinasi MA bernilai 0,1,2,dan 3. Sehingga didapaatkan model dugaan dari kombinasi nilai p,d, dan q yaitu ARIMA(p,d,q) yang terbentuk ARIMA(0,0,1), ARIMA(1,0,0), ARIMA(1,0,1), ARIMA(0,0,2), ARIMA(1,0,2), ARIMA(0,0,3), dan ARIMA(1,0,3). Dari beberapa model dugaan yang terbentuk kemudian dilakukan langkah selanjutnya untuk mendapatkan model terbaik ARIMA.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.4 Hasil Estimasi Parameter dan Pengujian Signifikansi Model

Model	Parameter	Estimasi	*P-value*	Keterangan
ARIMA (0,0,1)	θ_1	-0.5297	0.000	Signifikan
ARIMA (1,0,0)	ϕ_1	0.5896	0.000	Signifikan
ARIMA (1,0,1)	ϕ_1	0.610	0.000	Tidak Signifikan
	θ_1	0.031	0.892	
ARIMA(0,0,2)	θ_1	-0.5918	0.000	Signifikan
	θ_2	-0.1739	0.038	
ARIMA(1,0,2)	ϕ_1	0.9066	0.000	Signifikan
	θ_1	0.3420	0.005	
	θ_2	0.2970	0.006	
ARIMA(0,0,3)	θ_1	-0.5655	0.000	Signifikan
	θ_2	-0.2688	0.004	
	θ_3	-0.2055	0.015	
ARIMA(1,0,3)	ϕ_1	0.9141	0.000	Tidak Signifikan
	θ_1	0.3450	0.005	
	θ_2	0.2930	0.007	
	θ_3	0.0235	0.806	

Berdasarkan hasil uji signifikansi pada parameter model pada Tabel 4.4 diperoleh bahwa parameter model ARIMA(1,0,1) dan ARIMA(1,0,3) tidak signifikan karena tidak semua nilai *p-value* parameter model tersebut kurang dari α (5%). Kemudian melakukan Uji *Diagnostic Checking* terhadap model yang signifikan untuk mencari model terbaik ARIMA yang memenuhi asumsi residual *white noise* menggunakan Uji *Ljung-Box.*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

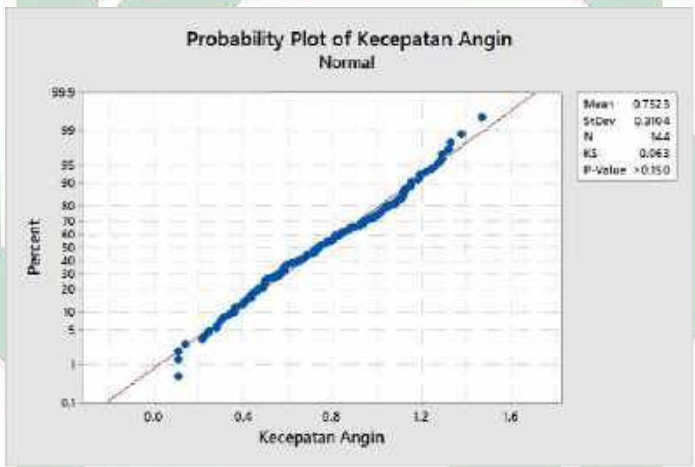
Tabel 4.5 Hasil Uji *Diagnostic Checking* Model

Model	Lag ke-	*P-value Ljung Box*	Kesimpulan	MSE
ARIMA (0,0,1)	12	0.000	Tidak	0.0688
	24	0.002	*White*	
	36	0.030	*Noise*	
	48	0.157		
ARIMA (1,0,0)	12	0.535	*White*	0.0633
	24	0.731	*Noise*	
	36	0.867		
	48	0.967		
ARIMA (0,0,2)	12	0.007	Tidak	0.0666
	24	0.086	*White*	
	36	0.351	*Noise*	
	48	0.693		
ARIMA (1,0,2)	12	0.833	*White*	0.0624
	24	0.883	*Noise*	
	36	0.917		
	48	0.985		
ARIMA (0,0,3)	12	0.106	*White*	0.0646
	24	0.460	*Noise*	
	36	0.748		
	48	0.910		

Model dikatakan model terbaik apabila semua parameternya memenuhi nilai signifikansi yaitu *p-value* < 0.05, memenuhi asumsi residual *white noise* (*p-value* > 0.05), dan memiliki nilai MSE terkecil. Dari beberapa model diatas

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

model ARIMA (1,0,0), ARIMA(1,0,2), dan ARIMA(0,0,3) merupakan model yang signifikan dan memenuhi asumsi residual *white noise*. Kemudian untuk mendapatkan model ARIMA terbaik dari ketiga model tersebut dapat dilihat dari nilai MSE nya. Model dengan nilai MSE terkecil dapat digunakan untuk tahap selanjutnya. Dan didapatkan model terbaik yaitu model ARIMA (1,0,2). Setelah mendapatkan model terbaik selanjutnya melakukan uji normalitas pada residual data hasil transformasi dan *differencing* pada model ARIMA(1,0,2) menggunakan Uji *Kolmogrov-Smirnov*.



Gambar 4.6 Uji Normalitas Residual Kecepatan Angin

Dari *plot* diatas diketahui bahwa nilai p-value = 0.150 atau p-value > (0.05) artinya residual dari data yang telah di transformasi dan *differencing* berdistribusi normal. Selanjutnya akan memasuki peramalan menggunakan metode Fungsi Transfer.

4.2.2. *Prewhitening* Deret *Input* dan Deret *Output*

Memproses transformasi deret yang berkorelasi menjadi deret yang tidak berkorelasi atau yang bersifat *white noise* merupakan langkah dari *prewhitening* data. Dalam hal ini menggunakan model ARIMA yang telah terbentuk pada pukul

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

12:00 yaitu ARIMA(1,0.0) yang berasal dari persamaan 2.20 dan 2.21 dan didapatkan model *prewhitening* sebagai berikut :

$$\alpha_t = \frac{1 - 0.9066B}{1 - 0.3420B - 0.2970B^2} x_t \tag{4.1}$$

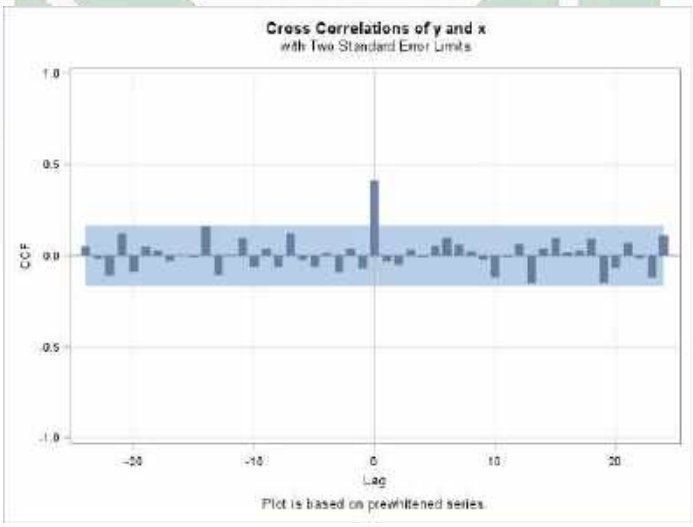
dan

$$\beta_t = \frac{1 - 0.9066B}{1 - 0.3420B - 0.2970B^2} y_t \tag{4.2}$$

Setelah mendapatkan model *prewhitening* deret masukan dan keluaran, selanjutnya adalah melakukan *cross- correlation* antara deret masukan dan keluaran.

4.2.3. Perhitungan *cross-correlation* dan Penetapan Nilai (b,r,dan s) Model Fungsi Transfer

Perhitungan korelasi silang digunakan untuk melihat seberapa kuat hubungan antara deret masukan dan deret keluaran.



Gambar 4.7 ***plot cross correlation*** **deret** ***input*** **dan deret** ***output***

Pola *plot* korelasi silang pada Gambar 4.7 menunjukkan hubungan antara deret masukan dengan deret keluaran. Berdasarkan *plot* diatas diketahui bahwa

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pertama kali nyata pada lag 0, jadi nilai b = 0. Dan nilai s = 0 karena setelah nyata pada lag 0, pada lag selanjutnya gambar menunjukkan tidak nyata baik pada lag 1 ataupun 2. Kemudian nilai r dapat dilihat dari pola *plot* yang ditampilkan. Pada Gambar 4.7 didapatkan nilai r = 2 yang menunjukkan pola *plot* eskponensial dan sinusoidal Setelah mendapatkan nilai b,r,s, kemudian melakukan tahap estimasi fungsi transfer dengan menghitung nilai deret *noise* dan menentukan model ARMA yang sesuai.

4.2.4. Identifikasi Model Deret *Noise*

Mengidentifikasi model deret *noise* dapat dilakukan dengan melihat *plot* ACF dan PACF residual Model Fungsi Transfer antara deret masukan dan keluaran. Namun sebelum itu, seperti halnya pada pembentukan model ARIMA, pada pembentukan model fungsi transfer juga dilakukan estimasi pada parameternya, menguji signifikansi parameter, dan melakukan uji residual *white noise*.

Tabel 4.6 Estimasi dan Uji Signifikansi Model Fungsi Transfer

Parameter	Estimasi	*P-value*	Keterangan
b = 0	0.51651	0.000	Signifikan
s = 0	0.26807	0.000	Signifikan
r = 2	0.02287	0.619	Tidak Signifikan

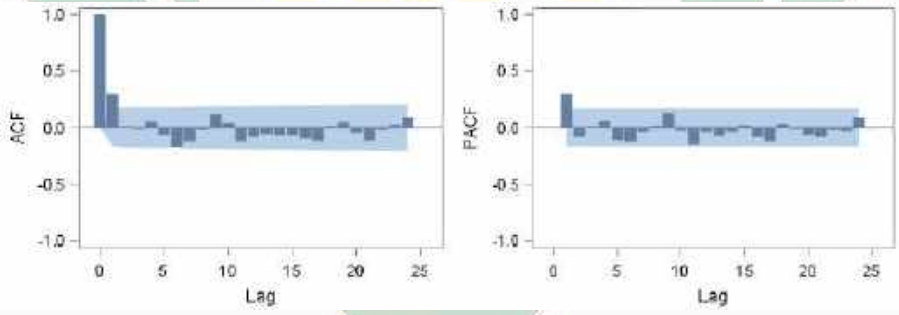
Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa salah satu parameter model fungsi transfer tidak signifikan. Kemudian akan dilakukan uji asumsi residual *white noise* untuk mengetahui apakah data yang tidak signifikan memenuhi asumsi residual *white noise*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.7 Hasil Uji *Diagnostic Checking* Model Awal Fungsi Transfer

Parameter	Lag ke-	*P-value Ljung Box*	Keterangan
(b,r,s)	6	0.0052	Tidak
	12	0.0094	*White*
	18	0.0209	*Noise*
	24	0.0488	

Berdasarkan Tabel 4.7 diketahui bahwa data tidak signifikan dan tidak memenuhi uji asumsi residual *white noise*, hal itu ditunjukkan oleh hasil *p-value* yang kurang dari 0.05. Maka perlu dilakukan pemodelan ARMA dengan melihat plot ACF dan PACF.



Gambar 4.8 *plot* ACF dan PACF Residual Fungsi Transfer

Berdasarkan identifikasi Gambar 4.8 didapatkan model ARMA deret *noise* pada model Fungsi Transfer yaitu AR(1).

4.2.5. Pembentukan Model Fungsi Transfer

Setelah mendapatkan model deret *noise*, langkah selanjutnya adalah membentuk model Fungsi Transfer dengan melakukan tahap uji parameter untuk mendapatkan model Fungsi Transfer yang layak digunakan untuk memprediksi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

rata-rata tinggi gelombang setiap harinya laut di Pelabuhan ketapang. Uji ini meliputi uji signifikansi, uji *white noise* dan uji normalitas.

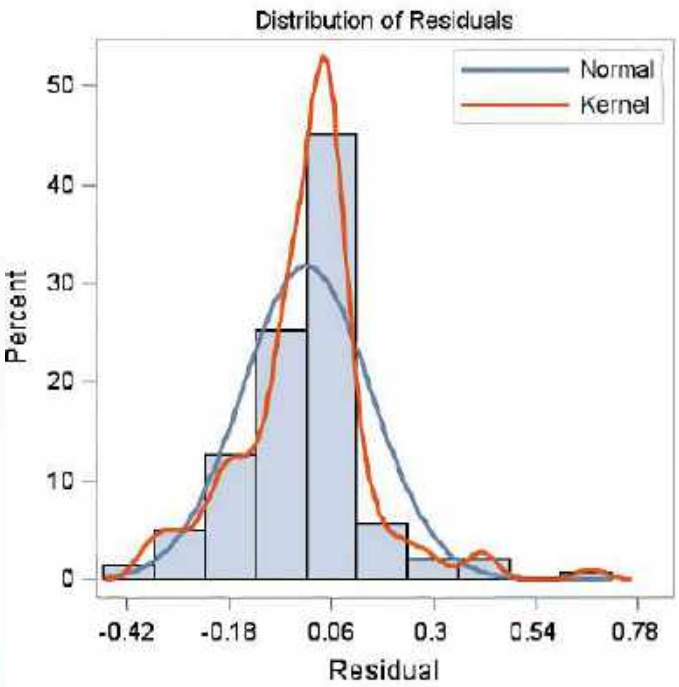
Tabel 4.8 Estimasi dan Uji Signifikansi Model Fungsi Transfer

Parameter	Estimasi	*P-value*	Keterangan
AR(1)	0.30163	0.0003	Signifikan
b = 0	0.51448	0.0000	Signifikan
s = 0	0.28054	0.0000	Signifikan
r = 2	0.03383	0.0487	Signifikan

Tabel 4.9 Uji *Diagnostic Checking* Model Fungsi Transfer

Lag Ke-	*P-value Ljung Box*
6	0.3364
12	0.2875
18	0.5005
24	0.6445

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.9 Uji Normalitas Residual Fungsi Transfer

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa residual Fungsi Transfer berdistribusi normal dengan *p-value* 0.1299 yang melebihi taraf signifikan $\alpha(5\%)$. Dan secara matematis model deret *noise* dari pemodelan data harian gelombang laut adalah sebagai berikut:

$$n_t = \frac{1}{(1 - 0.30613B)} a_t \tag{4.3}$$

Setelah mengetahui model deret *noise* yang memenuhi seluruh uji parameter, langkah selanjutnya adalah menentukan model Fungsi Transfer dari data harian ketinggian geombang laut. Dan mendapatkan persamaan sebagai berikut:

$$y_t = \frac{(0.28059)}{1 - 0.33130B^2} x_{t-0.51448} \tag{4.4}$$

Dimana :

$$x_t = X_t - X_{t-1} \; dan \; y_t = Y_t - Y_{t-1}$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Maka diperoleh :

$$Y_t = Y_{t-1} + 0.33130Y_{t-2} - 0.33130Y_{t-3} + 0.28059X_{t-0.51448}$$

$$- X_{t-1-0.51448} + n_t \tag{4.5}$$

4.3. Hasil Prediksi Tinggi Gelombang Menggunakan Model Fungsi Transfer

Hasil prediksi harian tinggi gelombang laut di Pelabuhan Ketapang menggunakan Model Fungsi Transfer pada hari ke 145 sampai pada hari ke 206 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.10 Prediksi Rata-rata Harian Tinggi Gelombang

Hari ke-	Tinggi Gelombang	Hari ke-	Tinggi Gelombang
145	1.0571	176	1.0561
146	1.0711	177	1.0560
147	1.0691	178	1.0559
148	1.0684	179	1.0558
149	1.0675	180	1.0557
150	1.0666	181	1.0557
151	1.0657	182	1.0556
152	1.0649	183	1.0555
153	1.0641	184	1.0555
154	1.0634	185	1.0554
155	1.0627	186	1.0554

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Hari ke-	Tinggi Gelombang	Hari ke-	Tinggi Gelombang
156	1.0620	187	1.0554
157	1.0614	188	1.0553
158	1.0609	189	1.0553
159	1.0604	190	1.0553
160	1.0599	191	1.0552
161	1.0595	192	1.0552
162	1.0591	193	1.0552
163	1.0587	194	1.0552
164	1.0584	195	1.0552
165	1.0581	196	1.0552
166	1.0578	197	1.0551
167	1.0575	198	1.0551
168	1.0573	199	1.0551
169	1.0571	200	1.0551
170	1.0569	201	1.0551
171	1.0567	202	1.0551
172	1.0566	203	1.0551
173	1.0564	204	1.0551
174	1.0563	205	1.0551
175	1.0562	206	1.0551

Dari hasil prediksi harian ketinggian gelombang di Pelabuhan Ketapang menggunakan Model Fungsi Transfer enam puluh dua hari kedepan mendapatkan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

nilai MAPE sebesar 22.8% yang diperoleh dari persamaan berikut:

$$MAPE = \frac{\Sigma_{t=1}^{n} |\frac{X_t - F_t}{X_t}|}{n} x100\% = \frac{14.165}{62} x100\% = 22.8\% \quad (4.6)$$

Berdasarkan intepretasi nilai MAPE maka Model Fungsi Transfer pada penelitian ini layak untuk digunakan.

4.4. Integrasi Keilmuan Pada Sains dan Teknologi dalam Al-Quran dan Hadis

Pelabuhan Ketapang merupakan salah satu wilayah perairan yang dimiliki oleh Indonesia. Berbagai aktivitas kapal sebagai alat transportasi laut untuk mempermudahkan manusia untuk menempuh perjalanan laut tak lepas dari rahmat dan karunia Allah Swt. Seperti pada surat Al-Jathiyah ayat 12 yang berbunyi :

ٱللَّهُ ٱلَّذِى سَخَّرَ لَكُمُ ٱلْبَحْرَ لِتَجْرِىَ ٱلْفُلْكُ فِيهِ بِأَمْرِهِۦ وَلِتَبْتَغُوا۟ مِن فَضْلِهِۦ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ (١٢)

"Allah-lah yang menundukkan lautan untukmu supaya kapal-kapal dapat berlayar padanya dengan seizin-Nya dan supaya kamu dapat mencari karunia-Nya dan mudah-mudahan kamu bersyukur".

Sebagai Pelabuhan penyebrangan dengan aktivitas yang cukup padat, PT. ASDP sangat mementingkan keselamatan dalam aktivitas pelayaran kapal. Dalam hal ini kondisi alam sangat berpengaruh saat melakukukan pelayaran. Dua faktor yang menjadi perhatian khusus para pelayar dalam melakukan perjalanan laut yaitu kecepatan angin dan tinggi gelombang. Dimana tinggi gelombang merupakan hembusan angin di permukaan laut. Hal tersebut juga didukung dengan beberapa kasus kecelakaan yang terjadi di wilayah peraian yang disebabkan oleh gelombang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

yang tinggi akibat angin kencang. Oleh karena itu, kecepatan angin dan ketinggian gelombang menjadi pertimbangan penting dalam hal pelayaran.

Dalam konteks berkendara di jalur laut, memakai alat-alat yang safety memang diperlukan dan wajib digunakan saat melakukan perjalanan laut. Namun, sebelum melakukannya alangkah lebih baik jika mengetahui dan memperkirakan kondisi laut di waktu yang dibutuhkan. Hal ini dapat dilakukan dengan memprediksi angka ketinggian gelombang laut. Gelombang laut merupakan salah satu fenomena alam yang ada di bumi dan merupakan kejadian yang dapat diamati berdasarkan ilmu sains dan teknologi. Pada dasarnya, Al-Quran memberi perintah kepada manusia untuk mencari ilmu atau menjadi ilmuwan, yaitu dengan melihat, memperhatikan, membaca, dan mengamati atau mengetahui suatu kejadian dengan berpikir dan bernalar atas suatu kejadian.

يُنۢبِتُ لَكُم بِهِ ٱلزَّرۡعَ وَٱلزَّيۡتُونَ وَٱلنَّخِيلَ وَٱلۡأَعۡنَٰبَ وَمِن كُلِّ ٱلثَّمَرَٰتِۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَأٓيَةٗ
لِّقَوۡمٖ يَتَفَكَّرُونَ (١١) وَسَخَّرَ لَكُمُ ٱلَّيۡلَ وَٱلنَّهَارَ وَٱلشَّمۡسَ وَٱلۡقَمَرَۖ وَٱلنُّجُومُ مُسَخَّرَٰتُۢ
بِأَمۡرِهِۦٓۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَأٓيَٰتٖ لِّقَوۡمٖ يَعۡقِلُونَ (١٢)

"Dia menumbuhkan bagimu, dengan air hujan itu, tanaman-tanaman zaitun, korma, anggur, dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda kekuasaan Allah bagi mereka yang mau berpikir. Dan Dia menundukkan malam dan siang, matahari dan bulan untukmu, dan bintang-bintang itu ditundukkan (bagimu) dengan perintah-Nya. Sebenarnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda kekuasaan Allah bagi kaum yang menalar." (QS An-Nahl Ayat 11-12)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan potongan Surah An-Nahl ayat 11-12 dapat dikembangkan dalam bidang sains dan teknologi, yaitu dengan melakukan penelitian, observasi, pengukuran, dan menarik kesimpulan dari penelitian yang berdasarkan observasi dan pengukuran. Karena hal tersebut juga dijelaskan dalam Surah Al-Qamar ayat 49.

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَٰهُ بِقَدَرٍ (٤٩)

"Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran."

Penelitian tentang prediksi tinggi gelombang laut di Pelabuhan Ketapang menggunakan model Fungsi Transfer mendapatkan model terbaik dengan nilai MAPE sebesar 22.8% , dimana dari intepretasi nilai MAPE, model fungsi transfer yang diperoleh layak digunakan sebagai pendugaan tinggi gelombang laut berdasarkan kecepatan angin di waktu mendatang. Sehingga memberi kemudahan beberapa kelompok yang akan berlayar di Pelabuhan Ketapang agar tetap waspada dan menjaga diri. Hal ini merupakan salah sattu bentuk rasa syukur kepada Allah Swt karena telah memberikan manusia akal dan pikiran sebagai bekal untuk bernalar atas suatu kejadian.

سُبْحَانَ الَّذِى سَخَّرَ لَنَا هَذَا وَمَا كُنَّا لَهُ مُقْرِنِينَ وَإِنَّا إِلَى رَبِّنَا لَمُنْقَلِبُونَ اللَّهُمَّ إِنَّا نَسْأَلُكَ فِى سَفَرِنَا هَذَا الْبِرَّ وَالتَّقْوَى وَمِنَ الْعَمَلِ مَا تَرْضَى اللَّهُمَّ هَوِّنْ عَلَيْنَا سَفَرَنَا هَذَا وَاطْوِ عَنَّا بُعْدَهُ اللَّهُمَّ أَنْتَ الصَّاحِبُ فِى السَّفَرِ وَالْخَلِيفَةُ فِى الأَهْلِ اللَّهُمَّ إِنِّى أَعُوذُ بِكَ مِنْ وَعْثَاءِ السَّفَرِ وَكَآبَةِ الْمَنْظَرِ وَسُوءِ الْمُنْقَلَبِ فِى الْمَالِ وَالأَهْلِ

"Maha suci Allah yang telah menundukkan untuk kamu kendaraan ini, padahal kami sebelumnya tidak mempunyai kemampuan untuk melakukannya, dan sesungguhnya hanya kepada Rabb kami akan kemnali. Ya Allah, sesungguhnya

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kami memohon kepada-Mu kebaikan, taqwa dan amal yang engkau ridhai dalam perjalanan kami ini. Ya Allah mudahkanlah perjalanan kami ini, dekatkanlah bagi kamu jarak yang jauh. Ya Allah Engkau adalah rekan dalam perjalanan dan pengganti di tengah keluarga. Ya Allah, sesunguhnya aku berlindung kepada-Mu dari kesukaran perjalanan, tempat kembali yang menyedihkan, dan pemandangan yang buruk pada harta dan keluarga."(HR. Muslim)

Selain sebagai ungkapan rasa syukur, penelitian ini dapat membantu PT. ASDP dan beberapa orang yang berkepentingan menjalankan aktivitas dalam penyebrangan di Pelabuhan Ketapang untuk selalu menjaga diri dari bahaya yang kemungkinan akan datang. Seperti dalam kaidah berikut:

لاَ ضَرَرَ وَلاَ ضِرَارَ

"Tidak boleh membahayakan diri sendiri, dan tidak boleh membahayakan orang lain"

Dalil diatas dapat menjadi acuan PT.ASDP sebagai penyedia dan pengelolahan jasa penyebrangan untuk memberi peringatan pada orang-orang yang hendak melakukan perjalanan laut disaat terjadi gelombang tnggi.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dengan memperhatikan tujuan penelitian maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Model prediksi rata-rata harian tinggi gelombang laut di Pelabuhan Ketapang Banyuwangi, Jawa Timur menggunakan metode Model Fungsi Transfer terbaik untuk 62 hari mendatang :

   $$Y_t = Y_{t-1} + 0.33130Y_{t-2} - 0.33130Y_{t-3} + 0.28059X_{t-0.51448} - X_{t-1-0.51448} + n_t$$

2. Hasil prediksi rata-rata harian tinggi gelombang laut di Pelabuhan Ketapang Banyuwangi, Jawa Timur menunjukkan gelombang tertinggi terjadi pada hari ke-146 dengan nilai 1.0711 meter. Tetapi, nilai dugaan yang dihasilkan mengintepretasikan bahwa keadaan tinggi gelombang aman untuk aktivitas penyebrangan, karena jika dilihat dari kategori gelombang hasil dari prediksi menunjukkan kategori tinggi gelombang yang rendah. Dari hasi pengolahan data *training* mendapatkan nilai MAPE sebesar 22.8% yang artinya model fungsi transfer yang diperoleh layak digunakan sebagai model peramalan.

5.2. Saran

Pada penelitian ini memiliki beberapa kekurangan yang dapat diperbaiki. Hal-hal yang dapat dilakukan untuk penelitian mendatang antara lain:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1. Menambahkan variabel *input* atau variabel yang dapat mempengaruhi ketinggian gelombang, karena kecepatan angin hanya salah satu faktor yang mempengaruhi ketinggian gelombang laut.

2. Proses peramalan dilakukan pada pengamatan tiap waktu dan dalam jangka waktu yang lebih panjang, agar lebih informatif untuk yang membutuhkan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Abdussakir. (2009). *Umat Islam Perlu Menguasai Matematika*. Malang: Universitas Negeri Malang.

Coelho, P. and Desti, R. (1996) *NOMOR.70 TAHUN 1996 TENTANG KEPELABUHAN*. 26(4). pp. 551556.

Dewi, M.L. (2010). *Analisis Kinerja Turbin Angin Poros Vertikal Dengan Modifikasi Rotor Savonius L Untuk Optimasi Kinerja Turbin*. Surakarta: Universitas Negeri Surakarta.

Hasanah, Y. dkk (2013). *Flood Prediction using Transfer Function Model of Rainfall and Water Discharge Approach in Katulampa Dam*. Bogor: Bogor Agriculture University.

Indrawasih, R. (2018). *The Marginalized of People Shipping in Central Maluku District and Stakeholder Response*. Jakarta Selatan: LIPI

Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2015) *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 51 Tahun 2015 Tentang Penyelenggaraan Pelabuhan Laut*. Bab I Pasal I.

Kedutaan Besar RI. Tanpa Tahun. *Letak Geografis Indonesia*. Diakses dari ,pada 3 Oktober 2020.

Khrisna, Y (2011). *Model Fungsi Transfer Multivariat dan Aplikasinya Untuk Meramalkan Curah Hujan di Kota Yogyakarta*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Lhokseumawe, P.N.et al. (2010). *Simulasi Gelombang Permukaan Laut Pada Daerah Pantai Lampu Satu Kabupaten Merauke Dengan Menggunakan Surface Water Modelling System*. Gowa: Universitas Hasanuddin.

Makridakis, S. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan, Jilid I Edisi Kedua*. Jakarta: Bina Rupa Aksara.

Muniri. (2016). *Kontribusi Matematika Dalam Konteks Fiqih*. Tulungagung: IAIN Tulungagung

Mursalim. (2011). *Doa Dalam Prespektif Al-Qur'an*. Samarinda: STAIN Samarinda.

Pemerintah Indonesia. (1992). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 1992 Tentang Pelayaran*. Jakarta

Pemerintah Indonesia. (1994). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 1994 Tentang Pengalihan Bentuk Perusahaan Umum (PERUM) Listrik Negara Menjadi Perusahaan Perseroan (PERSERO)*.

Pemerintah Indonesia. (2001). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 69 Tahun 2001 Tentang Kepelabuhan*.

Prasetyo, Guntur Adi. (2013). *Analisis Operasional Angkutan Penyeberangan Lintas Ketapang-Gilimanuk*. Jember: Universitas Negeri Jember.

Rizka Fauziah. (2015). *Peramalan Ketinggian Gelombang Bedasarkan Kecepatan Angin Dengan Metode Fungsi Transfer dan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Sais, S. et al. (2011). *Peramalan (Forecasting) Volume Penjualan Dengan Metode Exponential Smoothing (Study Kasus Pada PT. Harfia Graha Perkasa)*. Makassar: UIN Alauddin.

Sediono, H.A. (2016). *Diktat Kuliah Analisis Runtun Waktu*. Surabaya: Universitas Airlangga.

Suparsa, I. (2009). *Optimasi Kinerja Pelabuhan Penyeberangan Ketapang-Gilimanuk*. Denpasar: Universitas Udayana.

Suryanto, J. (2016). *Aplikasi Teknik Data Driven untuk Prediksi Debit Sungai Bulanan*. Kalimantan Timur: STIPER Kutai Timur.

Thobromi, A. Y. (2005). *Fikih Kelautan (Prespektif Al-Quran Tentang Pengelolaan Potensi Laut)*. Riau: UIN Sultan Syarif Kasim

Tjeptjep, K. (2004). *Operasi Terminal Khusus Transportasi Laut dan Kepelabuhanan*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.

Wei, W. (2006). *Time Series Analysis, Univariate and Multivariate Methods*. Canada: Addison Wesley Publishing Company.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id